21/12/61.
E70

岡　山　大　学
農学部学術報告

第18号

SCIENTIFIC REPORTS
OF THE
FACULTY OF AGRICULTURE OKAYAMA UNIVERSITY

No. 18

昭和36年9月
SEPTEMBER 1961

岡山大学農学部発行
PUBLISHED BY THE FACULTY OF AGRICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY, OKAYAMA, JAPAN

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/scientific-reports-faculty-of-agriculture-okayama-uni_1961-09_36_18

目　　次

清 久 正 夫：高温の殺虫作用と乾燥……1

目 瀬 守 男：農業機械化の経済的意義に関する研究
（第6報）農場分散が農業機械の能率および水稲労仂生産性に及ぼす影響について……9

福 田 稔
目 瀬 守 男：農業機械化の経済的意義に関する研究
（第7報）大数調査による耕耘機利用の経済性分析〔1〕……21

安 田 勲
築 谷 健 作：白熱燈による弱光下の菊の電照栽培……31

須 藤 浩
内 田 仙 二：暖地栽培ビート副産物の飼料価値に関する研究
（第1報）ビートトップの成分と飼料価値……41

米 田 茂 男：干拓地土壌に関する研究
（第17報）伊勢湾台風による冠潮塩害地土壌について……51

篠 崎 侑 一
大 原 幸 子：不飽和脂肪族化合物の水酸化について
（第1報）高級不飽和アルコールの水酸化物……61

篠 崎 侑 一
大 原 幸 子：不飽和脂肪族化合物の水酸化について
（第2報）液体エステル蠟の水酸化について……65

Contents

KIYOKU, M. :
Lethal Action of High Temperature and Desiccation upon Insects. 1

MESE, M. :
Studies on Economical Meaning of Mechanization of Agriculture.
VI. On Effects of Tillable Land Fragmentation to the Efficiency of Agricultural Machinery and the Labor Productivity of Rice Production. 9

FUKUDA, M. and MESE, M. :
Studies on Economical Meaning of Mechanization of Agriculture.
VII. Economical Analysis of the Utilization of Small Tractors using Data-Processing Machines. 21

YASUDA, I. and TSUKUTANI, K. :
Light Culture of Chrysanthemum under Feeble Incandescent Lamps. ...31

SUTOH, H. and UCHIDA, S. :
Studies on the Feeding Value of By-Products of the Sugar Beet Cultivation in Warm Regions.
I. The Chemical Composition and Feeding Value of Beet Tops. 41

YONEDA, S. :
Studies on Polder Soils in Japan.
XVII. Nature of Salted Soil Formed by Flooding of Sea Water at the Typhoon "Isewan". 51

SHINOZAKI, Y. and OHARA, S. :
On the Hydroxylation of Unsaturated Aliphatic Compounds.
I. On the Hydroxylated Compounds of the Higher Unsaturated Fatty Alcohols. 61

SHINOZAKI, Y. and OHARA, S. :
On the Hydroxylation of Unsaturated Aliphatic Compounds.
II. On the Hydroxylation of Oleyloleates. 65

高温の殺虫作用と乾燥*

清　久　正　夫

Lethal Action of High Temperature and Desiccation upon Insects.

Masao KIYOKU

In any experiment in which insects were subjected to a fatal condition of temperature and humidity, there was a question as to which of these factors actually caused the death of insects ; was death due to heat or to desiccation or to a combination of the two? An attempt has, therefore, been made to answer the question by experimentation.

1. These experiments consist of : a) statistical analysis of some straight regression equations which are constructed by the relation between median lethal time of insects and suturation deficiency in atmosphere, b) test to determine the relation between index of water loss from insect body and median lethal time of insects, c) test of the percentage of water loss from insect body, and of water content in insects at the time when the fifty percent mortality is observed under given conditions of temperature and humidity.

2. Main points of the conclusions arrived at are as follow : It is considered that some insects die as a result of desiccation rather than heat when the temperature is lower than 37°C. Nevertheless, the water loss from insect body or desiccation is not the principal cause of the heat death of insects at temperature above 37°C.

緒　　　言

高温の殺虫作用に関係湿度が影響する事実は従来から知られている。すでに，SHELFORD (1913),[17] BUXTON (1924, 1930, 1931)[1,2,3] MELLANBY (1932, 1934, 1935),[12-14] GUNN (1933),[5] SWEETMAN (1938),[16] SAVELY (1939),[15] LUDWIG (1936, 1937, 1945)[9-11] などはいろいろの昆虫の熱死点が関係湿度の相違によつて変化することを報じ，更にその原因についても論じている．それらの研究のうちで，特に GUNN や LUDWIG & LANDSMAN[10] は高温殺虫の主原因を昆虫体からの水分喪失すなわち昆虫体組織の乾燥に基づくものと考えた．

アズキゾウムシ *Callosobruchus chinensis* のような小型の昆虫においても，高温で死ぬときの中央致死時間は関係湿度の相違によって変化を示すが，その状態は関係湿度 100 % R.H. のように極端に高いときは，70～80 % R.H. のときよりも短縮する一方，70～80 % R.H. より低下したときも短縮する．しかし上記のように関係湿度の低下に対して中央致死時間が短縮する現象を昆虫体水分の喪失すなわち乾燥というような具体的な原因によつて説明をすることができなかった．[6,7]

本研究の目的はやはりアズキゾウムシを実験材料として，殺虫温度は前報[6,7] よりはむしろ低い温度を用い，各種の温湿度組合わせの条件の下における昆虫の中央致死時間が変化するに際し

*本報文は高温の殺虫作用に関する研究第15報（応動・応昆合同大会講演要旨1955）の全文である．

てうかがわれる種々の現象を比較考察するとともに，一定時間ごとの体水分喪失率および各種の温湿度組合わせの下で昆虫が死ぬときの昆虫のなお保有する水分含有率を調べることによつて，水分喪失すなわち乾燥作用が殺虫原因としてどれだけの重要性を示すかを決定することにある．

I．実　験　方　法

実験材料は 30°C 定温の恒温室内にて標準飼育を続けているアズキゾウムシ *Callosobruchus chinensis* の雄成虫である．実験温度は電気定温器による 42°C，39°C，37°C，35°C および 30°C，関係湿度は上記各種温度に対してそれぞれ $ZnCl_2$，$CaCl_2$，$Ca(NO_3)_2$，NaBr，NaCl，および KNO_3 の6種の塩類の飽和液を配して調節したものである。各種の温湿度組合わせ実験から得られる中央致死時間の推定方法は原則として Bliss (1937)[4] の時間—死亡率曲線の処理法と同様であるが，殺虫時間を示す作用軸に対して対数転換とは別の x^k-型転換[6] を用いた．

一定時間ごとの体重減少率とは，はじめに10頭の羽化後16時間以内の雄成虫の体重を測つてから，各種組合わせ実験装置の中へ入れ一定時間経過ごとにそれらの体重をトーションバランスにて測定し，一定時間ごとの体重の減少量を最終の体重減少量で割つた百分比である．またなお昆虫が保有する水分含有率とは，その時々の体重とはじめの体重との差をはじめの体重で割つた百分比である．

II．実験結果の分析

A．すでに述べたような各種の温湿度組合わせ実験から得られる殺虫時間と昆虫の死亡率との相互関係の成績の個々の記載は省略し，時間—死亡率曲線推定の総合結果を各種温度ごとにまとめて掲載すると第1～第5表に示す通りである．

第1～第5表から各種の温度ごとに中央致死時間を縦軸に，飽差を横軸に取つて作図をすると，どの温度の成績においても中央致死時間が大体飽差の増大に対して直線的に減少するので，両者の関係が負の1次回帰式への適合可否を相関分析法によつて検定した．その結果から予想回帰直

第1表．42°C各種飽差における時間—死亡率曲線の計算

飽差 (m.m.)	k	回帰直線	$s^2/k^2 \cdot m^2$	M.L.T.
49.4	2	$Y=5+\frac{1}{0.36}(X-0.32)$	0.3164	0.57
46.3	2	$Y=5+\frac{1}{0.18}(X-0.62)$	0.0217	0.78
31.7	1	$Y=5+\frac{1}{0.20}(X-0.78)$	0.0659	0.78
27.4	1	$Y=5+\frac{1}{0.36}(X-1.11)$	0.1051	1.11
14.0	1	$Y=5+\frac{1}{0.38}(X-0.99)$	0.1773	0.99
0	2	$Y=5+\frac{1}{1.16}(X-1.67)$	0.4824	1.29

X：時間，k：Xのべき指数，Y：死亡率のプロビット
$s^2/k^2 \cdot m^2$：比較散布度，M.L.T.：中央致死時間

第2表．39°C各種飽差における時間—死亡率曲線の計算

飽差 (m.m.)	k	回帰直線	$s^2/k^2 \cdot m^2$	M.L.T.
42.1	1	$Y=5+\frac{1}{0.32}(X-1.77)$	0.0326	1.77
39.5	2	$Y=5+\frac{1}{0.86}(X-3.55)$	0.0146	1.90
27.0	1	$Y=5+\frac{1}{0.71}(X-3.07)$	0.0534	3.07
23.4	1	$Y=5+\frac{1}{0.66}(X-3.20)$	0.0425	3.20
11.9	2	$Y=5+\frac{1}{6.45}(X-7.80)$	0.1708	2.79
2.6	1	$Y=5+\frac{1}{0.69}(X-3.15)$	0.0478	3.15
0	1	$Y=5+\frac{1}{0.88}(X-2.25)$	0.1529	3.25

第3表. 37°C各種飽差における時間—死亡率曲線の計算

飽差 (m.m.)	k	回帰直線	$s^2/k^2\cdot m^2$	M.L.T.
35.7	2	$Y=5+\frac{1}{2.56}(X-4.99)$	0.0657	2.23
24.4	½	$Y=5+\frac{1}{0.23}(X-1.78)$	0.0667	3.17
21.1	1	$Y=5+\frac{1}{0.80}(X-3.21)$	0.0621	3.21
11.7	1	$Y=5+\frac{1}{1.33}(X-3.04)$	0.1914	3.04
2.3	1	$Y=5+\frac{1}{1.04}(X-3.99)$	0.0679	3.99
0	½	$Y=5+\frac{1}{0.37}(X-1.52)$	0.2369	2.31

第4表. 35°C各種飽差における時間—死亡率曲線の計算

飽差 (m.m.)	k	回帰直線	$s^2/k^2\cdot m^2$	M.L.T.
33.8	1	$Y=5+\frac{1}{0.87}(X-2.47)$	0.1204	2.47
31.7	1	$Y=5+\frac{1}{0.94}(X-2.60)$	0.1306	2.60
21.7	½	$Y=5+\frac{1}{0.39}(X-1.73)$	0.2032	2.99
18.8	1	$Y=5+\frac{1}{1.61}(X-3.62)$	0.1977	3.62
9.6	1	$Y=5+\frac{1}{1.51}(X-3.55)$	0.1808	3.55
2.1	1	$Y=5+\frac{1}{2.38}(X-3.85)$	0.3820	3.85
0	1	$Y=5+\frac{1}{2.43}(X-4.07)$	0.3564	4.07

第5表. 30°C各種飽差における時間—死亡率曲線の計算

飽差 (m.m.)	k	回帰直線	$s^2/k^2\cdot m^2$	M.L.T.
25.5	1	$Y=5+\frac{1}{1.23}(X-4.00)$	0.0945	4.00
23.9	1	$Y=5+\frac{1}{1.11}(X-3.44)$	0.1040	3.44
16.3	1	$Y=5+\frac{1}{1.78}(X-4.45)$	0.1600	4.45
14.1	1	$Y=5+\frac{1}{1.66}(X-5.15)$	0.1038	5.15
7.2	1	$Y=5+\frac{1}{1.64}(X-5.72)$	0.0821	5.72
1.5	1	$Y=5+\frac{1}{2.17}(X-5.61)$	0.1496	5.61
0	1	$Y=5+\frac{1}{2.08}(X-5.20)$	0.1600	5.20

線式，実験値への適合性および相関係数を示すと第6表の通りである．第6表に示す結果によると温度 42°C がやや不明であるのを除けば，その他の大部分の成績はすべて予想1次回帰直線式に当てはまる．しかし適合度の割合をF検定の数値から判定すると，30°C，35°C および 37°C のように比較的低い殺虫温度ほど適合がよい．したがつて飽差が昆虫の致死に緊密に関連をもち，その結果からすでに述べた Gunn や Ludwig & Landsman のような「乾燥説」を導びくことのできるのは少なくともより低い殺虫温度の場合に限られるように思われる．

B．各種温湿度組合わせの下における一定時間ごとの体重減少率を示すと第7～第11表の通りである。

第6表. 中央致死時間と飽差との関係

温度	回帰直線	回帰分析 F-検定	相関係数
30	X=6.077−0.0911Z	$F_0=24.47>F^1_4=21.29$ (1%)	−0.927
33	X=5.090−0.0716Z	$F_0=7.82>F^1_4=7.71$ (5%)	−0.850
35	X=4.228−0.0502Z	$F_0=17.68>F^1_3=17.44$ (2.5%)	−0.924
37	X=3.967−0.0439Z	$F_0=11.71>F^1_3=10.13$ (5%)	−0.892
39	X=3.432−0.0339Z	$F_0=8.88>F^1_4=7.71$ (5%)	−0.901
42	X=1.243−0.0117Z	$F_0=5.79<F^1_3=10.13$ (5%)	−0.810

X：時間，Z：飽差

第7表～第11表の成績に基づき，体重減少率を縦軸に経過時間を横軸にとつて作図をすると大部分のものはいずれも原点を通る1直線を示す．よつてこれらを1直線と仮定し推定直線を第12表に示すように決定する．そしてこのような直線の角係数と飽差の関係を

第7表. 42°C各種飽差のもとの一定時間ごとの体重測定表

飽差 (m.m.)	時間	体重 (m.g.)	差 (m.g.)	体重減少率 (%)	水分含有率 (%)
46.3	0	3.59	0	0	52.92
	2	3.54	0.05	2.63	52.25
	4	3.39	0.20	10.50	50.12
	6	3.26	0.33	17.36	48.15
	22	2.18	1.41	79.47	22.47
	24	2.00	1.59	83.68	15.50
	26	1.85	1.74	91.57	8.64
	—	1.65	1.90	100.00	0
14.0	0	3.74	0	0	56.74
	2	3.69	0.05	2.48	53.10
	4	3.63	0.11	5.47	52.30
	6	3.57	0.17	8.45	51.50
	22	2.88	0.89	42.78	39.90
	24	2.81	0.93	46.26	37.50
	26	2.61	1.13	56.21	33.70
	—	1.73	2.01	100.00	0
0	0	3.67	0	0	56.40
	2	3.65	0.02	0.96	56.16
	4	3.61	0.06	2.89	55.60
	6	3.54	0.13	6.28	54.80
	22	3.20	0.47	22.70	50.00
	24	3.12	0.55	26.57	48.70
	26	3.11	0.56	27.05	48.50
	—	1.60	2.07	100.00	0

第8表. 39°C各種飽差のもとの一定時間ごとの体重測定表

飽差 (m.m.)	時間	体重 (m.g.)	差 (m.g.)	体重減少率 (%)	水分含有率 (%)
39.5	0	3.43	0	0	57.7
	3	3.28	0.15	7.5	55.7
	6	—	—	—	—
	24	2.68	0.80	40.4	44.8
	27	2.60	0.83	41.9	44.2
	30	2.53	0.93	45.4	42.6
	48	1.51	1.93	97.4	3.9
	96	1.45	1.98	100.0	0
11.9	0	3.04	0	0	57.5
	3	3.01	0.03	1.7	57.1
	6	—	—	—	—
	24	2.68	0.36	20.4	51.8
	27	2.57	0.47	26.8	49.8
	30	2.57	0.47	26.8	49.8
	48	2.34	0.70	40.0	44.8
	54	2.28	0.76	43.3	43.4
	72	2.03	1.01	57.5	36.4
	96	1.62	1.42	81.1	12.5
	100	1.29	1.75	100.0	0
0	0	3.52	0	0	54.8
	3	3.51	0.01	0.5	54.7
	24	3.25	0.27	13.9	51.1
	27	3.15	0.37	19.1	49.5
	30	3.14	0.38	19.6	42.5
	48	2.77	0.75	38.8	38.1
	54	2.51	1.01	52.3	36.6
	72	2.20	1.32	68.3	27.7
	96	1.99	1.53	79.2	20.1
	120	1.59	1.93	100.0	0

第10表. 35°C各種飽差のもとの一定時間ごとの体重測定表

飽差 (m.m.)	時間	体重 (m.g.)	差 (m.g.)	体重減少率 (%)	水分含有率 (%)
31.7	0	3.30	0	0	65.4
	1	2.80	0.50	23.1	59.2
	2	2.29	1.01	46.7	50.2
	3	1.60	1.70	78.7	28.7
	4	1.23	2.07	95.8	7.3
	5	—	—	—	—
	6	1.14	2.16	100.0	0
	13	1.14	2.16	100.0	0
18.8	0	3.54	0	0	63.8
	1	3.20	0.34	15.0	60.0
	2	2.86	0.68	30.1	55.2
	3	2.58	0.96	42.4	50.3
	4	2.00	1.54	68.1	36.0
	6	1.49	2.04	90.7	14.1
	13	1.28	2.26	100.0	0
9.6	0	3.53	0	0	56.3
	1	3.20	0.33	16.5	51.8
	2	3.00	0.53	26.6	48.6
	3	2.82	0.71	35.6	45.3
	4	2.60	0.93	46.9	40.7
	6	1.95	1.58	79.3	21.0
	13	1.54	1.99	100.0	0

第9表. 37°C各種飽差のもとの一定時間ごとの体重測定表

飽差 (m.m.)	時間	体重 (m.g.)	差 (m.g.)	体重減少率 (%)	水分含有率 (%)
35.7	0	3.91	0	0	54.9
	6	3.87	0.04	1.8	54.5
	24	3.00	0.91	42.3	41.3
	30	2.46	1.45	67.3	28.4
	48	1.86	2.05	95.3	5.4
	54	1.86	2.05	95.3	5.4
	78	1.81	2.10	97.6	2.6
	96	1.81	2.10	97.6	2.6
	120	1.76	2.15	100.0	0
11.7	0	3.84	0	0	56.5
	6	3.77	0.07	3.2	55.7
	24	3.49	0.35	16.1	52.1
	30	3.43	0.41	18.9	51.3
	48	2.97	0.87	40.1	43.7
	54	2.97	1.05	48.3	40.1
	78	2.17	1.67	76.9	23.0
	96	1.83	2.01	92.9	18.7
	120	1.67	2.17	100.0	0
0	0	3.72	0	0	55.1
	6	3.68	0.04	1.9	54.6
	24	3.41	0.31	15.1	51.0
	48	3.22	0.50	24.3	48.1
	54	3.12	0.60	29.2	46.4
	78	2.71	1.01	49.2	38.3
	96	2.29	1.43	69.7	27.0
	102	2.18	1.54	75.1	23.3
	120	1.67	2.05	100.0	0

第11表. 30°C各種飽差のもとの一定時間ごとの体重測定表

飽差 (m.m.)	時間	体重 (m.g.)	差 (m.g.)	体重減少率 (%)	水分含有率 (%)
23.9	0	3.78	0	0	62.9
	1	3.30	0.48	20.1	57.5
	2	2.98	0.80	33.6	53.0
	3	2.54	1.24	52.1	44.8
	4	2.15	1.63	69.3	34.8
	5	1.68	2.10	88.2	16.6
	6	1.40	2.38	100.0	0
14.1	0	4.04	0	0	65.3
	1	3.72	0.32	12.1	62.3
	2	3.30	0.74	28.0	57.5
	3	3.09	0.95	35.9	54.6
	4	2.94	1.10	41.6	52.3
	5	2.49	1.55	58.7	43.7
	6	2.20	1.84	69.6	36.3
	7	1.79	2.25	85.2	21.7
	9	1.40	2.64	100.0	0
	10	1.40	2.64	100.0	0
7.2	0	3.72	0	0	61.8
	1/6	3.62	0.10	4.3	—
	1/4	3.60	0.12	5.2	—
	5/6	3.51	0.21	9.1	—
	7/6	3.44	0.28	12.1	58.3
	2	3.31	0.41	17.8	—
	13/6	3.29	0.43	18.6	56.8
	3	3.03	0.69	30.3	53.1
	4	2.90	0.82	35.6	51.0
	5	2.76	1.02	44.3	48.5
	6	2.42	1.30	56.5	41.3
	7	2.12	1.60	69.5	33.0
	8	1.93	1.79	76.9	26.4
	10	1.60	2.12	92.1	11.2
	11	1.42	2.30	100.0	0
	12	1.42	2.30	100.0	0

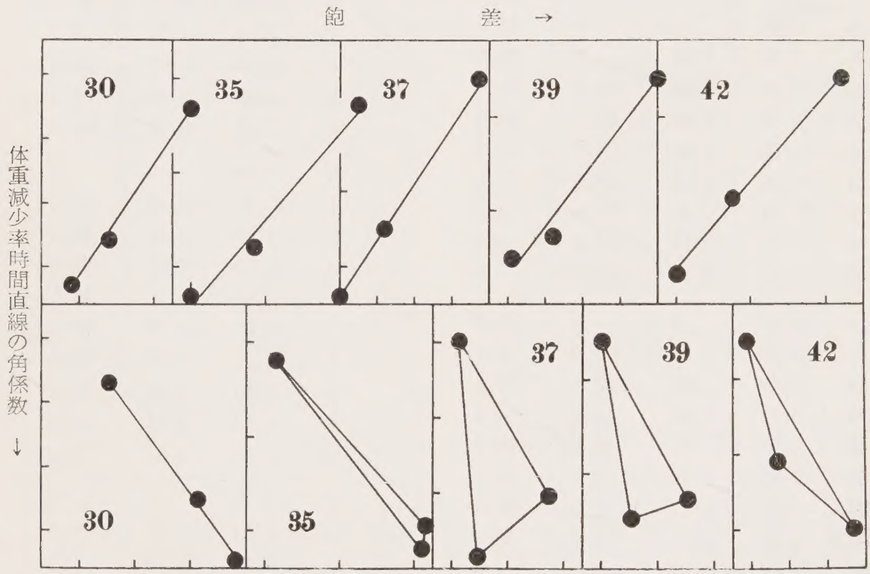
第12表. 各種温湿度のもとの体重減少率—時間直線

湿度調節の塩類 / 温度	$CaCl_2$	NaBr	NaCl	H_2O
42	Y=−0.004+0.034X	—	Y=−0.011+0.019X	Y=−0.010+0.010X
39	Y=+0.002+0.017X	—	Y=+0.003+0.008X	Y=−0.008+0.007X
37	Y=−0.010+0.018X	—	Y=−0.043+0.009X	Y=−0.026+0.006X
35	Y=+0.003+0.242X	Y=−0.005+0.154X	Y=+0.001+0.129X	—
30	Y=−0.008+0.170X	Y=+0.005+0.115X	Y=−0.001+0.091X	—

X：経過時間，Y：体重減少率

各種の温度ごとに調べて見ると，第1図の上段に示すように両者が大体直線によつて現わされる．ゆえに，これらの場合の昆虫体重の減少の主な原因は昆虫体からの水分喪失と考えられ，前述の直線式の角係数を水分喪失の速度を示す指標と見做すこととする．

いま，第12表の直線式の角係数と第1～第5表の中央致死時間を用いて，各種の温度ごとに両者の関係図を描くと，第1図下段に示す通りであつて，30°C や 35°C では両者の関係が1直線を示すけれども 37°C，39°C や 42°C では1直線を示さないことがわかつた．



第1図．上段：体重減少率—時間直線の角係数と飽差との関係．
下段：同係数と中央致死時間との関係，図内の数字は実験温度の値を示す．

C．第12表に示した体重減少率—時間直線式の計算から昆虫の中央致死時間に相当するときの体重減少率と，また別に昆虫体のなお保有する水分含有率を求め，それらの値を各種の温度ごとに，その温度内の異なれる関係湿度相互間において比較してみた。その実験成績は第13表である．第13表の結果から明らかなように，30°C や 35°C などのようなより低い温度では同種温度内の異なれる関係湿度の下の体重減少率も，なお保有する水分含有率も関係湿度が異なるにかかわらず相互に比較的よく似た値を示している．しかし 37°C 以上の比較的高い殺虫温度においては上記の諸数値が関係湿度の異なるにつれて変動をしている．

第13表．中央致死時間に相当するときの体重減少率およびその時の昆虫体水分含有率

温度	30			35			37			39			42		
飽差	23.9	14.1	7.2	31.7	18.8	9.6	35.7	11.7	0	39.5	11.9	0	46.3	14.0	0
体重減少率 (%)	53.0	57.5	56.8	46.0	55.0	57.3	34.5	83.5	89.3	40.2	54.7	81.0	29.0	44.1	61.5
水分含有率 (%)	43.8	42.0	42.2	42.0	42.5	37.6	41.5	13.5	4.0	38.1	37.8	7.0	44.5	38.0	28.5

要するに，以上の結果が示すように 30°C，35°C などのような比較的低い温度においては，昆虫体からの水分喪失の指標と見做すことのできる係数が中央致死時間と完全相関を示すこと，ならびに中央致死時間に相当するときの体重減少率およびそのときのなお保有される昆虫体水分

含有率が飽差の異なるにかかわらず大体よく似た値を示すことから，水分喪失すなわち乾燥作用が直接の致死原因と見做される．これに対して 37°C 以上の比較的高い温度では角係数が中央致死時間と完全相関を示さぬこと，中央致死時間に相当するときの体重減少率も，保有水分含有率もともに飽差が異なると異つた値を示すことから，水分喪失すなわち乾燥が直接の致死原因であるとは考え難いこととなる．

III．考　　　察

昆虫の熱死点が関係湿度で変化することは明らかで，その原因についてもいろいろ論ぜられていることは前述の通りである．[1・2−3・5−7・9−17] アズキゾウムシの場合を論ずると，関係湿度が極端に高いとき速く死ぬ理由は昆虫体からの水分喪失が非常に少ないから，昆虫は上昇する体温の調節ができず，その結果昆虫体が速く熱されることによると考えられる．これに対して関係湿度がより低い場合にも速く死ぬ原因は，体が小さいから体重に対する表面積の割合が大きいために水分喪失の割合が多くなり，昆虫体が冷却されて熱死が遅れるように思われるが，実は体の容積も小さいので水分喪失が体の冷却による体温調節に役立つよりも，含有水分を速く喪失し組織の乾燥という有害作用として仂らくことによるものと推察され，しかもアズキゾウムシのような小型の昆虫においては後者の場合が多いものと考えられる．[6・7]

よつて，各種温湿度組合わせ装置の中へ昆虫が投ぜられたとき，それが死ぬ原因として熱と乾燥の2つの殺虫要素が存在するが，問題は昆虫が熱作用によつて死ぬのか，または乾燥作用によつて死ぬのか，あるいは熱と乾燥の共同作用によつて死ぬのか，共同作用によるならば熱と乾燥のいずれが主作用となるかなどの点である．

本実験の結果から明らかにされたことは，少なくとも温度が比較的低い温度の下での致死は主に昆虫体の乾燥そのものによるが，比較的高い殺虫温度では乾燥そのものが直接の致死原因とはならないということである．

前述の高温死の原因に対し「乾燥説」を提唱した Gunn や Ludwig & Landsman の実験成績を見ると 前者は ゴキブリ，後者は マメコガネ を用い， 40°C 以下の温度の実験によつている．ゆえに致死原因が主に乾燥によるという考え方が生じたのは当然であろう．しかし本実験の示すように比較的高い高温，殊に通常昆虫の熱死を起こす 45°C 以上では乾燥が致死の直接原因とならないことは明瞭であるが，そんなときでも乾燥が熱作用に影響を及ぼすことは〔A〕項の1次回帰式の吟味から十分予想される．そこで更に熱と乾燥の両作用が同時に昆虫に作用するとき，それらの致死に対する役割を実験的に明らかにすることが必要であるが，この問題は別に報ずることとする．[8]

摘　　　要

各種の温湿度組合わせ装置の中へ昆虫を投じた場合昆虫の致死は，特に小型の昆虫においていずれの温度でも関係湿度が低いと致死時間が短縮する．この場合の致死の主原因は熱作用か，乾燥作用か，あるいは両者の共同作用かという問題があるが，本実験では主に比較的低い高温を用いて乾燥作用の致死に対する役割を実験的に調べた．

1．各種の温湿度組合わせの実験から得られた昆虫の中央致死時間と飽差との関係を示す1次回帰式の統計学的な分析，昆虫体からの水分喪失の指標，すなわち体重減少率−時間直線の角係数と中央致死時間との関係の吟味および昆虫が50％致死のときの昆虫体の水分喪失率とその時

のなお保有する水分含有率の検定の3種実験によつて結論を得た．

2．昆虫体の乾燥を致死の直接原因ということができるのは，比較的低い高温例えば 37°C 以下に限られ，したがつてそれ以上の高温ではそれが主原因ということができない．

3．37°C 以上の高温において乾燥作用が致死の主原因ではないとはいえ，熱作用の役[illegible]に影響を及ぼすことを推察する事実は少なくない．この関係の実験的証明は別報で処理する．

引　用　文　献

1）Buxton, P. (1924) : Proc. Roy. Soc. Lond. B **96** : 123.
2）Buxton, P. (1930) : Proc. Roy. Soc. Lond. B **106** : 560.
3）Buxton, P. (1931) : J. Expt. Biol. **8** : 275.
4）Bliss, C.I. (1937) : Ann. Appl. Biol. **24** : 815.
5）Gunn, D.L. (1933) : J. Expt. Biol. **10** : 274.
6）清久正夫 (1952a) : 防虫科学 **18** : 193.
7）Kiyoku, M. (1952b) : Bull. Kyoto Gakugei Univ. B **2** : 16.
8）清久正夫 (1955) : Biometric Soc. 日本支部 II 講演集 9.
9）Ludwig, D. (1936) : Physiol. Zool. **9** : 27.
10）Ludwig, D. & Landsman (1937) : Physiol. Zool. **10** : 171.
11）Ludwig, D. (1945) : Physiol. Zool. **17** : 103.
12）Mellanby, K. (1932) : J. Expt. Biol. **9** : 222.
13）Mellanby, K. (1934) : Ann. Appl. Biol. **21** : 215.
14）Mellanby, K. (1935) : Biol. Rev. **10** : 317.
15）Savely, H.E. (1939) : Ecol. Mono. **9** : 365.
16）Sweetman, H.L. (1938) : Ecol. Mono. **8** : 285.
17）Shelford, V.E. (1913) : Biol. Bull. **25** : 79.

農業機械化の経済的意義に関する研究

（第6報）農場分散が農業機械の能率および水稲労働生産性に及ぼす影響について

目　瀬　守　男

Studies on Economical Meaning of Mechanization of Agriculture. VI. On Effects of Tillable Land Fragmentation to the Efficiency of Agricultural Machinery and the Labor Productivity of Rice Production.

Morio MESE

According to the official survey and various reports, the productivity of rice production per unit area is quite different in every farm. This is because various factors of farm management are effecting to the production processes of rice.

From viewpoint of our studies, these factors can be classified into two large groups: one of them is the economic conditions surrounding outside of farm management, the other is the inside conditions of farm management. Therefore, this report will be limited only to the analysis of the latter conditions, especially of the field situation (fragmentation or size of parcels).

In this studies we have three big problems in regard to the tillable land fragmention (size of parcels) now that are effecting to the labor productivity. (1) Determination of the adequate size of parcels to use the draft cattle, utilization of small tractors and Fordson type tractors more efficiently under the present conditions. (2) Clearing up of the relationship between the labor productivity of rice production and the size of parcels of farms. (3) Consideration of the relationship between the diffusion of the small tractors and the tillable land fragmentation (size of parcels) of the villages in southern Okayama Prefecture.

The data of using the draft cattle and the small tractors of problem (1) were mainly derived from our survey in Niiike Village of Okayama Prefecture, a large part of which was reported already in "Analysis of Mechanization of Japanese Agriculture" 1960, Sobun-sha, Tokyo. In addition to these data, we obtained some useful data of the utilization of the Fordson type tractors from Agricultural Improvement Section of Okayama Prefectural Office.

The data of problem (2) were derived from the basic data of The Survey of Rice Production Cost surveyed by Okayama Statistical Office of Agriculture and Forestry Department in 1959.

The data of problem (3) were derived from the World Census of Agriculture and Forestry in 1960.

Rearranging and analyzing these basic data for our purpose, we shall conclude the result as follows:

(1) The adequate size of parcels to use the draft cattle, small tractors and Fordson type tractors efficiently the area should be larger than 0.15 ha., 0.2 ha. and 0.3 ha. respectively. Therefore, the consolidation of farms are absolutly necessary in Okayama Prefecture because of the average size of parcel is about 0.1 ha..

(2) As the size of parcel increases, the working hour for rice production per unit area decreases. The yields of rice per unit area are slightly up with the increase of the size of parcels of farms. Therefore, the labor productivity of rice production is remarkably increased with the expansion of size per parcel.

(3) The more the size per parcel increase, the more the rice production per 0.1 ha. and production cost of rice per *koku* (150 kg) decrease.

(4) We can fine out the good relationship between the diffusion of the small tractors and fragmentation of tillable land (average size of parcels) in the villages in southern Okayama Prefecture.

I. 問題点と分析方法

「農業の基本問題と基本対策」において我国農業の生産性が他産業との伸びの比較においても海外農業との国際比較においても低く，また同じ農業部門のうちでも一部の農業者が相当高い生産性をあげているにもかかわらず，他の多くの農業者の生産性が低いという事実にはつぎの様な諸要因が相互に密接に結びついて作用していることを指摘している．即ち労働力の過剰，経営規模の狭小，資本の欠乏と不適正利用，農業者の技術的知識能力の低さ及び土地制度の硬直性等をあげている．

本研究においてはまず第1に1圃場当り面積の大小が新型農機具（一例として耕耘機及び大型トラクタ）の能率に如何なる作用を及ぼしているか．第2に水田の農場分散（又は1団地当り面積の大小）の程度が水稲労働生産性に及ぼす影響はどうかについて統計的に分析する．併せて岡山県南部における農場分散と耕耘機の普及状況を明らかにし，農場整備（交換分合，区画整理，農道改修等）が水稲労働生産に及ぼすメカニズムを明らかにするつもりである．

これらの諸問題を取扱う資料としては主として1960年度世界農林業センサス（岡山県統計課調査），1959年度水稲生産費調査個表（農林省岡山統計調査事務所調査），岡山県吉備郡高松町新池部落機械化調査資料（アジア財団の援助による）及び，岡山県農業改良課の大型トラクタ利用に関する資料等を利用した．

II. 農場分散と耕耘機の普及状況

(1) 岡山県における農場分散（1団地当り平均面積）の地域性

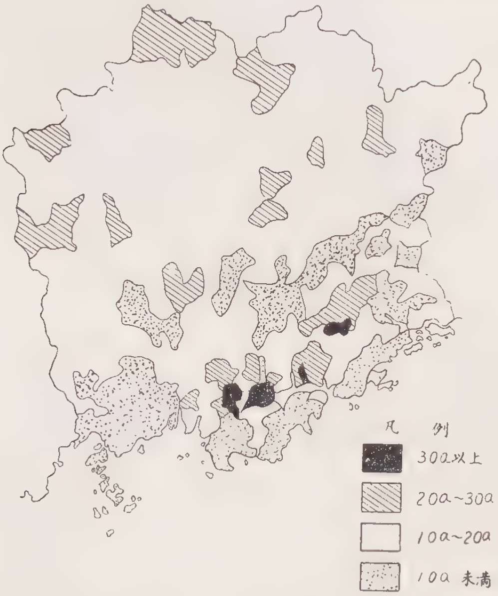
岡山県の旧市町村別農家の平均1団地当り面積の大小による地域区分図を示したのが第1図である．図に示した如く1団地当り面積を4つの型に分類した．即ち第1の型は1団地当り面積30 a以上の市町村，第2型は同じく20 a以上30 a未満市町村，第3型は10 a以上20 a未満市町村，第4型は10 a未満市町村である．

第1型農村は児島湾の人工干拓平野を中心とした平野で機械化の進んだ興除村，藤田村等が含まれている．これらの村では耕地面積も広く，農家屋敷は分散し，屋敷の近くに耕地は概ね1～2カ所に集団して農業経営に便利な圃場条件を具備している．それ故に農業労働の能率は高められ労働生産性向上への条件は満されているといつてよいではなかろうか．この様な村落を疎居式集団農場型と称されている．

第2型農村は主として岡山県南部平坦地域の倉敷市，児島湾干拓地周辺部，西大寺市および瀬戸町付近の水田地帯に位置し，又県中部・北部の高原台地の畑作地帯に点在している．これらの地域においては農家の耕地は概ね3～5団地に分散し比較的圃場条件の良い密居式分散農場型又

第1図．岡山県の旧市町村別1団地当り平均面積の地域性

(1960年世界農林業センサス資料より作成)



は疎居式分散農場型村落を形成している．

第3型農村は岡山県の普遍的な村落であり全県に及んでいる．これらの地域の農家は耕地を概ね5～10カ所に分散耕作し，且つ農家屋敷は密集し，農道は一般に悪く労仂能率を高めるための規制要因ともなつている．密居式分散農場型の典型的村落である．

第4型農村は岡山平野を取巻く丘陵地帯に広がり，主として瀬戸内海沿岸島嶼地帯，笠岡市，浅口郡及び赤磐郡等に広がり畑地の多い地帯である．農家の耕地は概ね10カ所乃至数10カ所に分散し，圃場条件の最も悪い地域である．岡山県の果樹がこれらの地域に集中しているだけに果樹作の将来に大きな問題を投じているのである．

我国（内地）の農家の1戸当り耕地団地数は5.86団地（以下農林省統計調査部，昭和30年3月刊．冬作土地利用統計表より引用）で1団地当り面積は14.26aとなつており，岡山県の1戸当り耕地団地数は5.2団地，1団地当り面積は13.8aと比較する時両者とも岡山県が小さい．

(2) 岡山県南部における農場分散と耕耘機の普及状況

岡山県南部の231旧市町村について町村別平均1団地当り面積と耕耘機の普及状況を示せば第1表の如くなる．

第1表．岡山県南部231旧市町村における1団地当り面積と1戸当り平均耕耘機普及状況

1団地当り面積 / 1戸当り耕耘機所有台数	10a未満		10a以上20a未満		20～30a		30～40a		40a以上		計	
	地区数	比率(%)	地区数	比率(%)	地区数	比率(%)	地区数	比率(%)	地区数	比率(%)	戸数	比率(%)
0.1台未満	60	72.3	54	45.0	3	14.2	—	0	-	0	117	50.6
0.1台以上0.3台未満	17	20.5	40	33.3	6	28.6	2	40.0	—	0	65	28.2
0.3～0.5台	5	6.0	23	19.2	6	28.6	3	60.0		0	37	16.0
0.5～0.7台	1	1.2	3	2.5	6	28.6		0	—	0	10	4.3
0.7台以上	—	0	—	0	—	0	—	0	2	100.0	2	0.9
計	83	100.0	120	100.0	21	100.0	5	100.0	2	100.0	231	100.0

(注) 1960年度世界農林業センサス資料（岡山県統計課調べ）より作成

この表により明らかな事はこれらの地区の1戸当り耕耘機所有台数は1団地当り面積の大きい地区において高い普及率を示し，特に1団地当り面積の大きい興除村及び藤田村では1戸当り0.8台乃至0.9台という高い普及率を示しているのである．しかし耕耘機やその他の大農具の普及が農場分散の程度によつてのみ規制されているのではなく，経営内部的には経営規模，圃場条件，労働力，資本力及び経営形態，外部的には兼業の機会の有無及び指導機関との関連等の相互関連によつて規制されているのである．であるがそれらの条件を仮に一定した場合1団地当り面積の大小が機械の普及と重要な関係を持つていると思われる．

Ⅲ．農場分散と耕耘機の能率

(1)　圃場面積と耕耘機の作業能率

圃場面積と動力耕耘機の能率に関する基礎資料はアジア財団の援助による岡山県高松町新池部落機械化調査のものを利用した．新池部落の農業諸条件については「日本農業機械化の分析」創文社，1960年を参照されたい．

新池部落は密居式分散農場型村落であり，そこにおいて23戸の農家が3台の中型耕耘機を共同利用している．1戸当り平均耕地面積は71 aで岡山県平均に比較してやや大きい規模である．耕地の分散状況を耕地についてみると団地数10.6，1団地当り面積7.1 aである．特に耕耘機を主として使つている水田は農家平均5.6団地，1団地当り面積10.1 aとなり，しかも圃場の形状は長方形のものは全団地数の47％で，他は正方形，梯形，三角形及びその他となつている．この様な圃場条件における中型耕耘機利用の圃場面積と総耕耘必要時間（主作業時間＋往復時間＋調整時間）との関係を一毛田耕起（圃場数54）と麦あと耕起（圃場数55）について統計的に明らかにしてみよう．

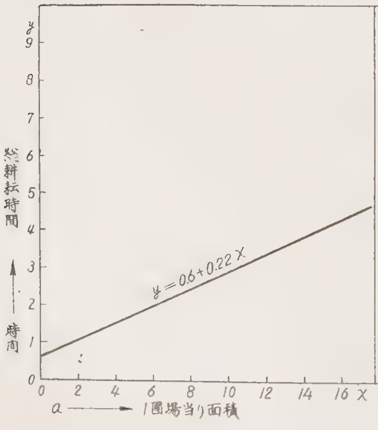
(a)　一毛田耕起の場合

一毛田耕起の圃場面積と総耕耘必要時間との関係式は次によつて示される．

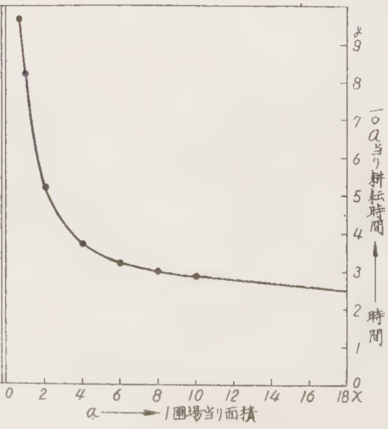
$$y=0.6+0.22x \quad \left(\begin{array}{l} y：総耕耘必要時間，t=7.1\ (回帰の検定) \\ x：1圃場当り面積，r=0.699 \end{array}\right)$$

上式を図示したのが第2．1図であり，次いで1圃場面積別10 a当り総耕耘必要時間は第2．2図の如し．

第2．1図．中型耕耘機（小坂）ロータリー型利用の1圃場当り面積と総耕耘時間との関係．（一毛田耕起）



第2．2図．1圃場当り面積と10 a当り耕耘必要時間との関係．（一毛田）



第2．2図によれば1圃場当りの面積の拡大に伴い耕耘機利用の10a当り耕耘必要時間は次第に減少する．最初は減少の度合も急激であるが1圃場当り面積が大きくなるに従つて緩やかな曲線を描く．このことから耕耘機のみならず新型農機具の能率を最高度に発揮するためには1圃場当り面積（1団地当り面積）を広くする事が必要である．

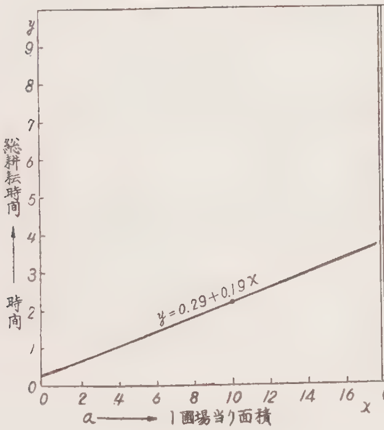
(b)　麦作あと（二毛田）の耕起の場合

(a)の場合と同様に麦作あとの耕耘機利用について1圃場当り面積と総耕耘必要時間並びに10a当り耕耘必要時間との関係を明らかにしよう．1圃場当り面積と総耕耘必要時間との間の関係式は次の如し．

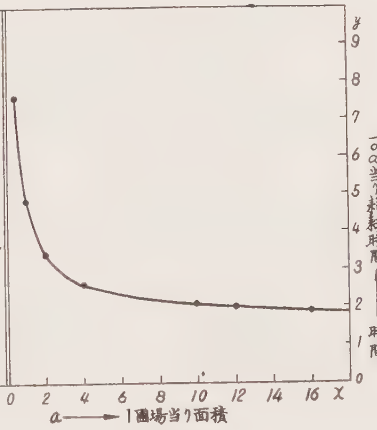
$$y = 0.29 + 0.19x \quad \begin{pmatrix} y: \text{総耕耘必要時間},\ t = 7.01\ \text{（回帰の検定）} \\ x: \text{1圃場当り面積},\ r = 0.75 \end{pmatrix}$$

上式の関係を図示すれば第3．1図になり，1圃場面積別10a当り耕耘必要時間は第3．2図の如くである．

第3．1図．中型耕耘機（小坂）ロータリー型利用の1圃場当り面積と総耕耘時間との関係．(麦あと)



第3．2図．1圃場当り面積と10a当り耕耘必要時間との関係．(麦あと)



(2)　耕耘手段の進歩と適正圃場面積

近年耕耘手段の進歩は著しく，人畜に替つて耕耘機及び大型トラクタ等が普及して来ている．この様な事情のもとに受入れる農家の規模及び1圃場当り面積（1団地当り面積）が経済的（この問題は岡山大学農学部学術報告，第17号．Studies on Economical Meaning of Mechanization of Agriculture: by Morio Mese and Minoru Fukuda を参照されたい）で能率的に利用出来る適正面積であるか否かが経営上の問題として提出される．

一般に機械の性能が進歩するに伴つてそれらの機械は利用規模並びに1団地当り面積の拡大にを要求する傾向を持つようになるであろう．即ち耕耘作業の例をとつてみると，耕耘作業を主として人力で行なつていた初期の段階においては1圃場の面積は夫婦で1日に耕起出来る面積で足りたのであるが，畜力を利用するに至つて1圃場面積の拡大，区画整理及び乾田化等が農場整備の問題として取上げられ，更に動力耕耘機及び大型トラクタが利用されるにおよんで，経営規模のみならず1団地当り面積の拡大化（交換分合）が生産性向上のため目下の急務とされるに至つた．しからば耕耘手段の種類によつて適正な圃場面積は如何程であればよいであろうかを考察してみよう．考察の対象として耕耘手段は次の5つとする；即ち畜力（牛），牽引型耕耘機（犂耕型），牽引駆動型耕耘機，中型駆動型耕耘機及び大型トラクタ（フォードソン）とする．

圃場面積別耕耘必要時間を算定するため次の様な条件を設定する．(1) 一毛田耕起，(2) 圃場の長辺及び短辺の比率を3：1に定める．(3) 整備及び往復必要時間を30分，(4) 一毛田を耕起して代掻前までの間の作業時間とする．(5) その他の条件は一定．

〔備考〕 各手段の性能基準

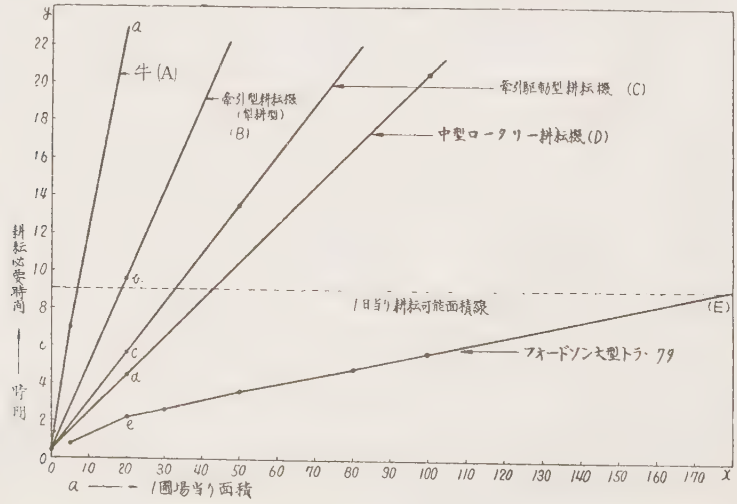
- 牛の場合：高松町新池部落の対象部落である向場部落における実験資料に基づいて決めたものである．犂の耕巾 18 cm，和牛（♂）のスピード平均秒速 0.5 m，方向転換時間は1回当り平均15秒，回転のため枕巾 1.8m にて荒起し時間を算出し，これを基礎にして (1) 枕打に必要な時間は荒起しの ⅛ 時間（人力），(2) こきり ¼ 時間 (人力)，(3) くれ返し ¾ 時間 (畜力)，(4) 谷合せ ½ 時間 (畜力)，(5) 30分毎に10分間の牛の休息．
- 牽引型耕耘機（犂耕型）の場合：耕巾 22 cm，スピード秒速 0.7 m，枕巾 1.8 m でその他は牛の場合と同じ作業行程を辿る．（県改良課資料より）
- 牽引駆動型耕耘機の場合：耕巾 43 cm，耕耘重複巾 7 cm (車輪巾)，実耕巾 36 cm (43cm〜7cm)，スピード秒速 0.3 m，1回転必要時間5秒，動力 4.5〜6 Hp.（県改良課資料より）
- 中型駆動型耕耘機の場合：耕巾 55 cm，重複巾 8 cm，実耕巾 47 cm，スピード秒速 0.3 m，1回転必要時間 5秒（新池機械化調査資料より）
- 大型トラクタの場合：県農業改良課編「大型トラクタ利用による水田深耕事業」より引用修正．

以上「備考」で述べた諸基準に従つて理論的に耕耘手段別圃場面積別耕耘必要時間を示せば第4．1図の如くなり，更に耕耘手段別，圃場面積別10 a 当り耕耘作業必要時間を示せば第4．2図の如くなる．

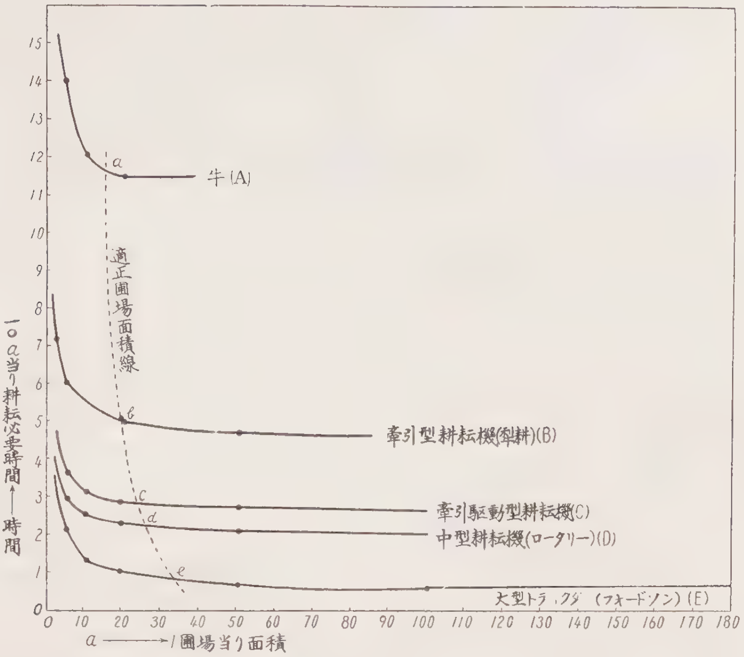
第4．1図によれば曲線（直線的）の勾配が急な耕耘手段ほど単位面積当り耕耘に多くの時間を必要とする．即ち牛耕が最も非能率であり，牽引型耕耘機，牽引駆動型耕耘機，中型駆動型耕耘機，大型トラクタの順で能率がよくなる．1日の労仂可能時間を9時間とした場合，牛耕の場合は1日当り約7 a の仕事を完了するのみであるが，牽引型耕耘機の場合は約20 a で牛耕の約3倍の能率，牽引駆動型耕耘機は約33 a で4.7倍，中型駆動型耕耘機は約43 a で約6倍，大型トラクタは180 a で実に26倍の能率を示すのである．

しかし現実に農家の耕地は分散し且つ1団地当りの面積は狭くこの様な高能率の機械を移動することなく利用出来る圃場は，一部の地域，一部の農家に限られている．そこで各手段が比較的

第4．1図．1圃場当り面積別耕耘手段別耕耘必要時間．



第4.2図．1圃場当り面積別耕耘手段別10a当り耕耘必要時間．



に能率よく利用出来る1団地当り面積，即ち圃場面積はどの位の面積が必要であろうか，これに関係した図は第4.2図である．

第4.2図にしたがえば各手段とも一様に圃場当り面積が拡大するにつれて10a当り耕耘必要時間は減少する傾向を持つている．これらの曲線の性質は第2.2図及び第3.2図と同じである．即ち1圃場当り面積が次第に大きくなるにつれ最初は急激に必要時間の減少を見るが，次第に減少の度合が小さくなり水平軸に平行な直線に漸近する．しかしながら能率が殆んど変らなくなる点は各手段により異なり，手段の高性能化するにつれ1圃場当り面積を広く要求するようになる．即ち適正圃場面積が拡大し適正圃場面積点が第4.2図のa，b，c，d，eの如く右側に移動する．牛耕には適正な圃場面積は耕耘機には狭すぎ，更に耕耘機に適正であつても大型トラクタは充分な能率を発揮出来ないのである．この様な関係は耕耘手段のみならず，一般機械についても同じ様な傾向を持つのではなかろうか．

Ⅳ．農場分散と水稲労働生産性・土地生産性

本稿において問題とした水稲の労仂生産性という用語は労仂粗生産性 $=\dfrac{\text{粗生産額}}{\text{労仂投入量}}$ という意味で，粗生産額は物量で把握する（以下労働粗生産性を労働生産性と呼ぶ）．水稲の土地生産性は土地粗生産性 $=\dfrac{\text{粗生産額}}{\text{労仂投入量}}$ で示され，粗生産額は物量で示す（以下土地粗生産性を土地生産性と呼ぶ）．

耕地の集団化が農業の生産性向上に経営規模の拡大，機械化等と同様に大きな役割を果すという事は論を待たないが，しかしその効果が農場分散を異にした農家にどの様に現われてくるかということが問題となる．

そこでこの問題を究明する一つの方法として農林省岡山統計調査事務所が1959年度に行なつ

た岡山県水稲生産費調査農家の個表を基礎にして，分析目的に合格した農家25戸を選定した．選定の基準は ① 岡山県南部平坦地の主穀生産農家，② 水稲耕作規模が比較的同じ農家（資料不足のため充分この目的を達成出来なかつた），③ 動力耕耘機を利用している農家である．これらの分析対象農家における水田の耕地分散状況は種々であり，従つて1団地当り面積の最も小さい農家は10.7 a で最も大きい農家は142 a にして平均38 a となつている．

以下順をおつて抽出農家における水稲の1団地当り面積と水稲の生産性諸指標との関係を述べてみよう．

(1)　1団地当り面積と水稲10 a 当り労仂投下量，10 a 当り収量との関係

まず水田1団地当り面積と水稲10 a 当り労仂投下時間との関係を回帰方程式で示せば次の如くである．

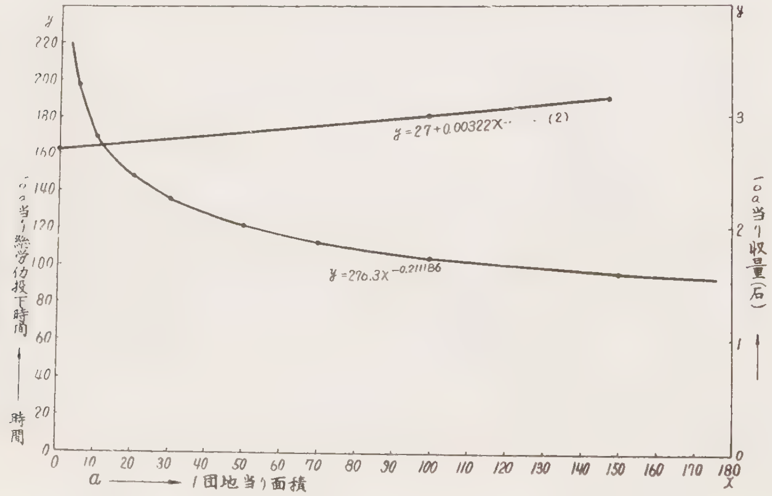
$$y = 276.3\,x^{-0.211186} \cdots\cdots\cdots\cdots (1) \quad \begin{pmatrix} y:\ 10\,\text{a 当り労仂投下時間} & t=-4.581\,(\text{回帰の検定}) \\ x:\ 1\,\text{団地当り面積（a）} & r=-0.691 \end{pmatrix}$$

次いで1団地当り面積と10 a 当りの収量との関係を回帰方程式で示せば次の如し．

$$y = 2.7 + 0.00322\,x \cdots\cdots\cdots (2) \quad \begin{pmatrix} y:\ 10\,\text{a 当り生産量（石）} & r=-0.375 \\ x:\ 1\,\text{団地当り面積（a）} & \end{pmatrix}$$

(1) 及び (2) 式を図示すれば次の第5図の如くである．

第5図．1団地当り面積と水稲10 a 当り総労働投下時間，収量．



(1) 式の曲線の性質は10 a 当りの総労仂投下時間は1団地当り面積の30 a 前後までは急激に減少しているが，それ以後は緩やかに減少し，100 a 以上位になると減少の度合は小さくなつている．次いで (2) 式について考察すると，水稲10 a 当り収量は1団地当り面積の拡大に伴いやや増加の傾向を辿つているが殆んど増加していない．即ち土地生産性はやや増加しているが顕著でない．これに対し労仂生産性は1団地当り面積5 a を基準にすれば，1団地当り面積10 a の農家は1.2倍，30 a の1.5倍，50 a の1.8倍，100 a の2.1倍となり，如何に耕地の集団した農家の労仂生産性が高いかが伺われるであろう．扨て第1表に示した岡山県南部231旧市町村における1団地当り面積の類型区分と上述の点とを関連さして考察することにしよう．

〔備考〕 類型区分に使用した1団地当り面積は田畑を合計した耕地に対するものであるが，前述のものは水田のみで構成されている1団地当り面積を対象としている．従つて同一尺度で考察すべきでないが，しかし全耕地の大部分が水田であるため同一尺度とみてさしつかえないであろう．

第1表によれば岡山県南部231地区中，1団地当り面積10a未満3地区は83 (35.9%)，10a以上20a未満は120地区 (51.9%)，20a以上30a未満は21地区 (9.1%)，30a以上40a未満は5地区 (2.2%)，40a以上2地区 (0.9%) となつており，20a未満の生産性の低い地区が実に87.8%に達している．40a以上の2地区は疎居式集団農場型の興除村及び藤田両村である．

以上述べてきた様に水稲10a当り労働投入量は農場分散の程度によつて左右されているとみてよいが，しかし農家経済内に於ける水稲部門の地位の低い兼業農家，果樹農家等では水稲の粗放的栽培が行なわれている傾向があるので，従つて労働投入量は主穀専業農家より少ない場合もあり得る．

(2)　1団地当り面積と水稲10a当り生産費，10a当り生産額

まず水田1団地当り面積と水稲10a当り生産費との関係を回帰方程式で示せば次式に示す如くなる．

$$y = 29,966\, x^{-0.21854} \quad \cdots\cdots\cdots \ (1)$$

（y：10a当り生産費（円）（第2次生産費）$t=-5.2282$（回帰の検定）
x：1団地当り面積（a）$r=-0.645$）

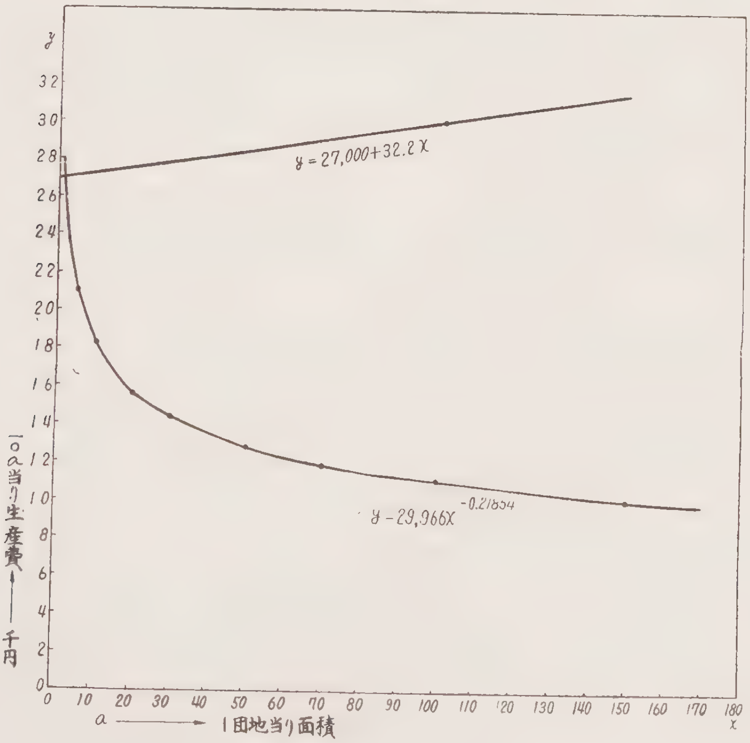
次いで1団地当り面積と10a当り生産額（主産物）との関係式は次の如し．

$$y = 27,000 + 32.2\,x \quad \cdots\cdots\cdots \ (2)$$

（y：10a当り生産額（円）$r=0.375$
x：1団地当り面積（a)）

(1)，(2) 式を図示すれば第6図の如くである．

第6図．1団地当り面積と水稲10a当り生産費，生産額との関係
（生産費：第2次生産費）



(1) 式は第6図に示したように第5図と同様な傾向を持つている．即ち10a当り生産費は1団地当り面積の拡大に伴つて減少し，その曲線の性質は最初は急激に低下して行くが次第に減少の

度合が少なくなつている．従つて生産費と生産額との差額は増大する．故に1団地当り面積の大きい農家における水稲の生産費は小さい農家に比較して少なくてすむのである．

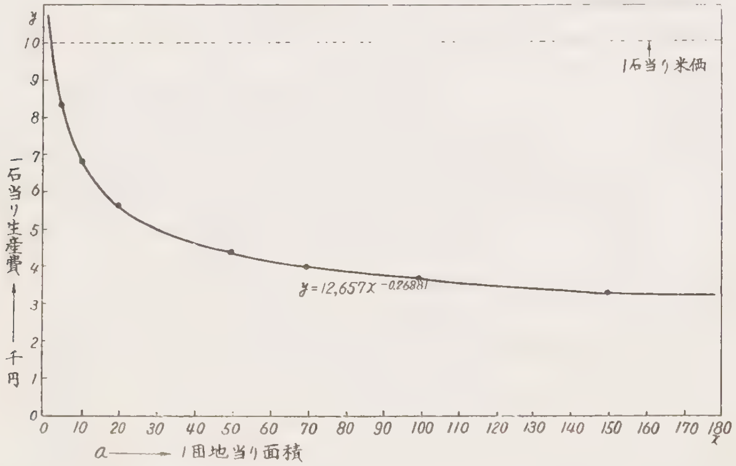
(3)　1団地当り面積と米1石当り生産費

1団地当り面積と米1石当り生産費との関係を式によつて示せば次の如し．

$$y = 12,657\,x^{-0.26881} \quad \begin{pmatrix} y：1石当り生産費（円） & t=-13.707（回帰の検定） \\ x：1団地当り面積（a） & r=-0.945 \end{pmatrix}$$

上式を図示すれば第7図の如くなる．

第7図．1団地当り面積と米1石当り生産費の関係．(岡山県南部平坦地)
(生産費：第2次生産費)



第7図において仮に1石当り米価を1万円とすると米価は x 軸に平行な直線によつて示される．その場合米価と生産費の差額は第6図の場合と同様に1団地当り面積の拡大に伴い増大傾向を辿るのである．

以上 (1), (2), (3), に述べてきて明らかな如く，農場分散の程度が水稲生産性，特に労仂生産性に大きな影響力を持つている事が判明し，おのずから1団地又は圃場の適正面積も推定されると思う．

V．耕地集団化及び機械化の労働生産性に及ぼす影響についての若干の考察

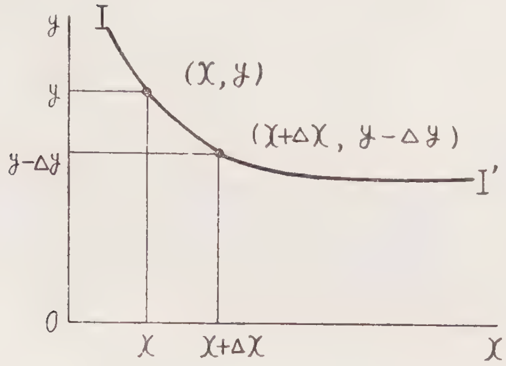
前項までは1圃場面積の大小と機械の能率及び農場分数（1団地当り面積）と水稲生産性の問題を帰納的に取扱つてきたのであるが，ここではいままでに得られた知識を基礎にして，農場整備及び機械化が労仂生産性に及ぼす効果をモデル図化して考察しよう．

(1)　耕地集団化（農道，灌排水施設の整備を含む）の効果

耕地集団化の目的はいうまでもなく個別農家の耕地を集団化し，1団地当り面積を拡大し，労仂生産性を高め経営発展の基礎を作る事にある．集団化の効果の考察を進めるにあたつて，その他の条件は一定とし第5図に示した1団地当り面積と単位面積当り労仂投入量との間の双曲線をモデル化して第8図に示し，それについて論ずることにしよう．

第8図において x 軸に1団地当り面積，y 軸に単位面積当り労仂投入量をとり，両者間の関係を示す双曲線を I−I′ とする．$(x.\ y)$ を一つの双曲線上の点とすると，この点は1団地当り面積が x a で，作物単位面積当り労仂投入時間が y 時間である．いま一方の1団地当り面積を耕地

第8図．1団地当り面積と単位面積当り労働投入量との関係



集団化によつて△*x*aだけ増加するとしよう．他方その増加分に対し単位面積当り労仂投入量に△*y*時間の減少をもたらし，新しい点（*x*+△*x*，*y*−△*y*）に達する．従つて単位面積当り収量に変化なきものと仮定すれば，労仂生産性は $LP=\frac{Y}{y-\triangle y}$ (L. P.＝労仂生産性，Y＝単位面積当り収量）によつて示され，△*y*の増加は労仂生産性を高める結果となる．逆に耕地の細分化は曲線上を左に移動し労仂生産性を低めるように作用する．故に曲線の性質により1団地当り面積の狭い多分散型の農場程耕地集団化の効果は大きい．

(2)　協業経営，協業組織の耕地集団化的効果

農家が耕種部門の管理を協業経営又は協業組織によつて行なう場合に1団地当り面積及び単位面積当り労仂投入量に如何なる変化をもたらすであろうかを考察してみよう．

一般に個別経営を協業経営又は協業組織に変える事によつて数戸又は一部落の農家の耕地を集団的に利用出来る可能性が作り出される．即ち1団地当り面積の拡大化を伴う場合が多い．従つて前述してきている理により協業経営又は協業組織における圃場の集団化が充分達成されればされる程労仂生産性向上に大きな役割を果すのであるが，逆の場合は害あつて利すること無き事態に陥るであろう．密居式分散農場型村落においては，概ね農家の耕地は数カ所乃至10数カ所に分散し，疎居式集団農場型村落における農家の単位面積当り労仂投入量に比較してより多くの労仂を必要とする事は云うまでもない．しかし密居式分散農場型村落において農家が数戸又は1部落の単位でもつて協業経営又は協業組織に移行すれば密居式集団農場型村落に変り，1団地当り面積は著しく拡大され，更に新型農機具が導入されれば労仂節約的効果は一層高められるに違いない．耕地の集団化が進まない現状においては協業化によつて大集団農場化する事も労仂生産性の観点から一つの方法ではなかろうか．

(3)　農場分散と関連して機械化の進歩が労仂生産性に及ぼす効果

Ⅲの農場分散と耕耘機の能率のところで，耕耘手段が犁→動力耕耘機→大型トラクタと進歩するに従い，圃場面積の狭小なことが益々機械の能率を低めていることを指摘した．この様な関係は耕耘手段のみならず大部分の農具について云える事であろう．従つて機械化の進展に伴う労仂節約の恩恵は圃場面積（又は1団地当り面積）の大きい農家ほど大きいと云わねばならない．（経済的な恩恵は規模の大きい農家ほど多く受けるであろう）故に耕地の集団している農家は多く分散している農家に比較して新型農機具はより能率的に利用出来，従つて労仂生産性向上への効果はより大きいと思われる．

以上農場分散の程度が機械の能率及び水稲労仂生産性に及ぼす影響について実証的に分析を行

なつた．この分析結果と同様な関係が普偏的なものであるかどうかについて今後究明したいと思つている．

後　　　　記

この研究に関する基礎資料は，主としてアジア財団の援助による新池部落機械化調査及び農林省岡山統計調査事務所経済課より提供していただき，補充資料については岡山県農業改良課のものを利用させていただいた．又岡山大学教授永友繁雄，同助教授福田稔両先生より直接の指導を，農業機械の技術的な面については県農業改良課農機具担当松村専技より助言を得た．さらに論文執筆に際し，岡山日米文化センター主事吉井澄氏に併せて厚く感謝する．

参　考　文　献

1）目瀬守男，福田稔（1961）：耕耘機と畜力の経済性比較〔農業機械化の経済的意義に関する研究，第5報〕岡大農学部学術報告，No. 17.

2）福田　稔（1960）：単位面積当り投入労働量の大小を決定する諸要因について〔農業機械化の経済的意義に関する研究，第4報〕岡大農学部学術報告，No. 15.

3）永友繁雄（1957）：農地集団化と農場型及び定住形式に関する研究．

4）大槻正男（1958）：第二日本農業の進路．

5）新池機械化調査委員会（1960）：日本農業機械化の分析，岡山県高松町新池部落における実験．

6）Erich, H. Jacoby (1959) : Land Consolidation in Europe. FAO Rome.

7）J.P. Maxton (1952) : The Consolidation of Farms in Six Countries of Western Europe. International Journal of Agrarian Affairs, Vol. 1, No. 4.

農業機械化の経済的意義に関する研究

（第7報） 大数調査による耕耘機利用の経済性分析〔1〕

福 田 　稔・目 瀬 守 男

Studies on Economical Meaning of Mechanization of Agriculture. VII. Economical Analysis of the Utilization of Small Tractors using Data-Processing Machnies.

Minoru FUKUDA and Morio MESE

The seminer on Analysis of Farm Management using Data-Processing Machines was held in Tokyo with the cooperation of the Council on Economic and Cultural Affairs and the National Institute of Agricultural Sciences in 1960. We participated to this seminar and since then we are using the IBM machines of the Okayama Prefectural Office for our works.

The opportunity for using this machines were provided from the Prefectural Office because our object in surveying had the aim to give practical advices to individual farms. (Also this survey have been done with the aide of the Agricultural Improvement Section and Statistcs Section of Okayama Prefectural Office.)

In this studies, we selected two villages, i. e. Kōjo and Fujita Villages both locating in the new reclaimed land of Kojima Bay near Okayama city. These villages are located in one of the most progressive area of agricultural mechanization not only in Okayama Prefecture but also in Japan. There are 2,131 farms in these villages raising mainly rice, wheat and rush. We selected 708 farms by random sampling, however, the number of farms utilizing small tractors was only 490 as some of them had no small tractors.

The obtained basic data of utilization of small tractors were rearranged for our purposes, and were classified into four types. According to this classification, there are four types of small tractors ; first is the rotary type small tractor, second is the crank type, third is the tiller type and fourth is the screw type.

The following problems were dealt based upon these data : (1) Consideration of the cost per 0.1 ha. and the cost per unit products by each type of small tractor used, (2) On the replacement of machines on different sizes used on different areas.

But in this report only a part of the results of using Data-Processing Machines are dealt.

In this studies, we made analysis of the problems through actual survey based upon the useful suggestions from Dr. A. B. Lewis, Associate in Agricultural Economics, the Council on Economic and Cultural Affairs, Inc. ; Dr. C. A. Bratton, Professor of Farm Management, Cornell University ; Dr. J. W. Mellor, Professor of Agricultural Economics, Cornell University. ; and the members of the National Institute of Agricultural Sciences.

緒　　言

ここに報告しようとする小研究は，大量調査を基とした耕耘機利用の経済性分析に，岡山県庁

のIBM計算組織を利用した実証結果である.

われわれは1960年夏東京における米国の経済文化協会及び農林省農業技術研究所主催で行なわれたIBM計算組織利用の研修会以来，耕耘機利用の経済性の研究に対し大量分析のための機械組織を利用したい希望を持つていたのであるが，われわれの調査目的が岡山県農業改良課の農業経営改善資料整備の目的と一致したため県統計課のIBM機械組織を利用する機会を得たのである. しかしIBM機械組織を利用してのこの種の分析はわれわれとしては最初のことであり，多くの資料をもてあまし気味の感をおぼえる. 従つて今後より深く分析を進める計画であり，従つて此の度はその一部の報告である. なおこの大量分析の目的は一面農家の経営改善の実践に繋がるものであり，岡山県農業改良普及所を通じて地区農家に結果を知らしめる役目を持つている.

なおこの調査に対して協力を惜まれなかつた岡山県農業改良課斎藤課長及び課員の方々，IBM利用に便宜を計つていただいた県統計課大塚課長，IBM係の吉田係長及び係員の方々，特に機械組織の利用指導並びに操作に当つていただいた三宅主事，また現地調査に於いては興除村，藤田村両村当局の理解のもとに積極的に参加して下さつた藤田農業改良普及所田辺所長以下普及員の方々，興除村統計課藤井主事と統計研究会の方々，藤田農業改良クラブの幹事の方々，更に農業技術研究所研究員井上実・武藤和夫両氏からは分析の過程で終始御援助頂いたことに対し併せて心から感謝の意を表したい.

I. 調 査 地 の 概 況

(1)　調査地の選定

岡山県内に於いて耕耘機利用の分析資料を得るに適当な斉一的な広がりを持ち，且つ早くから大部分の農家が耕耘機を導入して経営発展に役立たせ，その上耕耘機のみならずその他の農機具の利用上多くの問題を提出しつつある岡山県のみならず我国の代表的機械地域をなしている児島郡興除村及び藤田村を選び，両村の理解ある協力によりこれらを調査対象地域として決定した.

(2)　調査地の農業経営概況

興除村及び藤田村の紹介は特に農業機械化に関連して多くの研究者によつてなされてきており，従つてここでは1960年度の世界農林業センサスの資料から簡単に経営規模別の農業経営概況を紹介することにとどめる.

興除村に於ける農家数は1,144戸で1戸当り平均耕地面積は1960年センサス資料によれば1.14町で岡山県のそれの0.65町に比較すると約2倍の広さを持つている. 水田率は99％強で岡山県の74.1％に比較し高い率を示している. 専業農家率は平均61％で岡山県の35.8％に比較してこれも高い割合を示している. 動力耕耘機の普及状況は個人・共有を合せて農家100戸当り81.8台となつており岡山県で藤田村に次いで高い普及率である. 経営規模別の農業経営概況は第1表に示す如くである.

藤田村に於ける農家数は987戸で1戸当り平均耕地面積は1.44町で興除村よりも0.3町多く，水田率は興除村と同様に99％強で純平坦水田地帯をなしている. 専業農家率は平均74％で興除村より高い割合を示している. 動力耕耘機の普及率は個人・共有を合せて農家100戸当り90.5台に達し，岡山県で最も高い率を示している. 経営規模別の農業経営概況は第1表に示す如くである.

(3)　調査農家の選定

前項で説明した如く興除・藤田両村は共に児島湾干拓地内の村落であり，農業の自然的条件のみならず社会経済的条件，経営内部条件も等質性を有し，動力耕耘機利用の大量調査に同一母集団としての要素を充分備えていたのである. 従つて我々は両村の農家2,131戸からランダムサン

第1表．興除村及び藤田村の経営規模別の農業概況

町村名	経営規模	農家数	1戸当り平均 耕地面積	耕地団地数	1団地当り面積	世帯員数	農業従事者数	専業農家率	100戸当り平均 乳牛頭数	役肉用牛頭数	にわとり羽数	動力耕耘機(個人有) 駆動型	索引型	動力耕耘機(共有) 駆動型	索引型	動力耕耘機(個人有+共有)
		戸	反		反	人	人	%	頭	頭	羽	台	台	台	台	台
興除村	3反未満	88	1.9	1.1	1.8	3.9	1.9	15	—	—	2.6	3.4	—	1.1	—	4.5
	3反～5反	117	4.0	1.4	3.0	4.4	2.3	32	—	—	5.6	14.5	—	3.4	—	17.9
	5反～7反	115	6.0	1.7	3.6	4.5	2.5	46	—	3.5	6.0	30.4	2.6	5.2	—	38.3
	7反～1町	183	8.5	2.0	4.4	5.1	2.8	62	1.1	4.9	9.6	56.8	2.7	6.6	1.6	67.8
	1町～1.5町	305	12.4	2.5	5.0	5.6	3.1	76	1.6	17.4	10.5	86.2	12.5	2.0	2.3	103.0
	1.5町～2.0町	235	17.2	3.2	5.5	6.2	3.4	78	1.3	23.8	18.4	95.3	21.3	3.8	1.3	121.7
	2.0町～2.5町	81	22.2	3.6	6.1	6.8	3.7	67	14.8	22.2	31.0	100.0	42.0	3.7	—	145.7
	2.5町～3.0町	14	27.6	4.9	5.7	6.9	3.8	71	—	21.4	26.9	92.9	42.9	—	—	135.7
	3.0町～3.5町	5	32.2	6.2	5.2	7.0	4.2	100	—	20.0	17.4	100.0	20.0	—	—	12[illegible]
	5町以上	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	例外規定農家	1	—	—	—	3.0	1.0	0	—	—	60.0	—	—	—	—	—
	計	1,144	11.4	2.4	4.8	5.4	2.9	61	1.9	12.6	12.2	65.1	12.0	3.6	1.1	81.8
藤田村	3反未満	12	2.3	1.0	2.3	3.2	2.3	42	—	—	6.1	8.3	—	—	—	8.3
	3反～5反	33	3.9	1.2	3.3	4.3	2.3	42	—	3.0	6.4	24.2	3.0	3.0	—	30.3
	5反～7反	45	6.0	1.2	4.9	4.2	2.2	42	—	4.4	3.3	24.4	—	4.4	—	28.9
	7反～1町	79	8.6	1.5	5.8	4.4	2.5	52	—	5.1	9.2	55.7	6.3	6.3	1.3	69.6
	1町～1.5町	523	13.8	1.9	7.3	5.0	2.7	80	2.7	3.6	11.5	76.7	13.8	3.4	0.4	94.3
	1.5町～2.0町	173	17.2	2.3	7.4	5.7	3.2	81	—	13.3	16.6	92.5	10.4	0.6	1.2	104.6
	2.0町～2.5町	85	22.0	2.7	8.2	6.4	3.5	74	—	14.1	18.3	100.0	12.9	2.4	1.2	116.5
	2.5町～3.0町	30	26.6	3.4	7.8	7.3	4.3	73	—	30.0	21.8	100.0	16.7	—	—	116.7
	3.0町～3.5町	6	32.7	3.7	8.9	8.0	5.2	67	—	—	17.5	100.0	16.7	—	—	116.7
	5町以上	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	例外規定農家	1	—	—	—	4.0	2.0	0	—	—	410.0	—	—	—	—	—
	計	987	14.4	2.0	7.2	5.2	2.9	74	1.4	7.1	13.0	75.6	11.4	2.9	0.6	90.6

注．岡山県統計課調べ，1960年世界農林業センサス資料より作成．

プルによつて3分の1の農家を抽出し，708戸の農家を選び調査表を配布した．しかしながら708戸の農家の中には勿論耕耘機を所有していない農家も含まれているため，それらの農家は調査前に除外した．抽出農家の中の大部分の農家は耕耘機を1台所有しているが，2台所有している農家も若干あるためその農家には2枚の調査表を配布し，各々の耕耘機についての利用状況を調査してもらつた．従つて調査農家数と調査対象耕耘機件数とはだいたい等しいが一致しない．

その結果回収した調査表はロータリー型耕耘機409台，クランク型耕耘機4台，テイラー型耕耘機76台，スクリユー型耕耘機1台合計490台であり，これらの耕耘機について種類別にIBM機械組織を利用して分析した．その結果を以下順を追つて考察を進めることにする．

II．経営耕地規模と耕耘機種類別の利用状況

(1) 耕耘機の購入価格及び性能

興除村及び藤田村の490台の耕耘機を耕耘機の型式によつてロータリー型，クランク型，テイラー型，スクリユー型の4型に分けてそれぞれの型について経営耕地規模別に耕耘機（本機），

発動機及び付属品購入価格はどうであるかを示せば第2表の如くなり，特に耕耘機（本機）及び発動機については更に購入の場合の新・中古別によつて更に分類を試みている．

第2表．経営規模別耕耘機種類別購入価格

耕耘機種類	経営規模	台数	耕耘機（本機） 新品 合数	耕耘機（本機） 新品 1台当り価格	耕耘機（本機） 中古 合数	耕耘機（本機） 中古 1台当り価格	発動機 新品 合数	発動機 新品 1台当り価格	発動機 中古 合数	発動機 中古 1台当り価格	付属品 台数	付属品 1台当り価格
				千円		千円		千円		千円		千円
ロータリー型	5反未満	11	5	103.0	6	39.6	4	57.5	7	47.6	11	8.9
	6 ～ 10	67	44	109.1	23	78.3	39	65.8	28	41.1	67	5.6
	11 ～ 15	167	145	148.2	22	102.7	140	72.2	27	53.6	167	6.3
	16 ～ 20	113	101	144.4	12	122.1	100	76.2	13	65.0	113	7.6
	21 ～ 25	38	33	150.8	5	138.2	37	81.3	1	145.0	38	7.0
	26 ～ 30	11	10	151.5	1	175.0	11	70.5	—	—	11	7.7
	31 ～ 35	2	1	190.0	1	65.0	2	55.0	—	—	2	7.5
	計（平均）	409	339	141.8	70	96.3	333	73.3	76	51.4	409	6.7
クランク型	11反～15反	3	2	175.0	1	100.0	2	92.0	1	40.0	3	6.7
	16 ～ 20	1	1	250.0	-		1	95.0	—	-	1	10.0
	計（平均）	4	3	200.0	1	100.0	3	93.0	1	40.0	4	7.5
テイラー型	5反未満	1	1	20.0	—	—	1	35.0	—	—	1	5.0
	6 ～ 10	8	5	59.4	3	73.3	7	42.1	1	30.0	8	4.5
	11 ～ 15	31	25	95.7	6	84.2	28	46.8	3	35.0	31	5.0
	16 ～ 20	25	22	81.1	3	96.7	22	44.0	3	35.0	25	6.0
	21 ～ 25	8	8	85.0	—	—	8	42.8	—	—	8	3.4
	26 ～ 30	3	3	86.7	—	—	3	46.7	—	—	3	7.7
	計（平均）	76	64	84.9	12	84.6	69	44.8	7	34.2	76	5.2
スクリユー型	11反～15反	1	—	—	1	80.0	—	—	1	35.0	1	5.0
	計（平均）	1	—	—	1	80.0	—	—	1	35.0	1	5.0

第2表においてロータリー型耕耘機409台について耕耘機（本機）の新品（339台）の1台当り平均価格は141.8千円で，経営耕地規模が大きくなるにしたがつてより高い本機を購入している．中古（70台）の購入価格は平均96.3千円で新品より45.5千円の差があるが，耕地規模別にみるとやはり大きい農家ほど高価な耕耘機（本機）を購入している．耕耘機に原動力として搭載する発動機を購入の場合の新・中古別にみると新品（333台）の購入価格は平均73.3千円で，中古（76台）は51.4千円となり本機同様発動機も耕地規模との関係が強く表われている．付属品については1台平均6.7千円で耕地規模と若干の関係が見出せるが，本機及び発動機の様に顕著な関係は見られない．

クランク型耕耘機は4台のみで耕地規模との関係は明らかではないが，耕耘機（本機）の新品（3台）の平均購入価格は200千円，中古（1台）は100千円となつており，発動機は新品（3台）で平均購入価格は93千円，中古（1台）で40千円，付属品は1台平均7.5千円である．

テイラー型耕耘機は76台であり，この種の機械はある会社の製品によつては本機と発動機に分けて価格を見積り難いものもあるが，大部分が分割して購入価格を見積ることが出来る関係上本機と発動機に分けて分析した．分析結果によれば，本機の平均購入価格は新品で84.9千円，中古で84.6千円となり大差はないが発動機は新品で44.8千円，中古で34.2千円と開きがある．付属品は1台平均5.2千円となつている．ここで本機についての新・中古間の購入価格の差が小

さい事は，種々の原因があると思われるが，一つには中古といつても普及しだして年月が経過していないためあまり古い機械が売り出されていない事と，性能の高い中古を購入した場合には新品の平均価格より高いものも中にはあり得ると思われる．

スクリユー型耕耘機は1台のみで分析対象としては充分でない．詳細は第2表を参照されたい．

以上耕耘機の種類別経営規模別の耕耘機（本機），発動機及び付属品についての購入価格を示したのであるが，その結果を要約すると，ロータリー型耕耘機については購入価格において規模の大きい農家ほど多くの資本を投入し，優秀且つ能力の高い機械を入れている．テイラーについてはこの機械が比較的小型で両村とも特に麦作，中耕，除草及び牽引に利用され，稲作の耕起に主として利用されていない関係上規模別の関係はロータリー型ほど明らかでない．次いで経営規模別耕耘機種類別の機械の性能については第3表に示してある．

第3表．経営規模別耕耘機種類別性能

耕耘機種類	経営規模	耕耘巾	1分間当り回転数	馬力	耕耘深度
ロータリー型	5反未満	19.1寸	12.0百回	5.7馬力	3.7寸
	6 〜 11	18.7	13.8	5.7	3.7
	11 〜 15	18.3	14.2	6.1	3.8
	16 〜 20	18.5	14.7	6.4	3.8
	21 〜 25	18.8	15.1	7.3	4.1
	26 〜 30	19.3	13.9	6.5	3.9
	31 〜 35	19.0	8.5	5.5	3.5
	計（平均）	18.5	14.2	6.2	3.8
クランク型	11反 〜 15反	19.3	12.7	5.7	4.7
	16 〜 20	30.0	16.0	6.0	5.0
	計（平均）	22.0	13.5	5.8	4.8
テイラー型	5反未満	—	36.0	3.0	—
	6 〜 10	14.6	19.8	4.0	3.3
	11 〜 15	12.9	19.7	3.9	3.3
	16 〜 20	13.0	23.5	3.4	3.2
	21 〜 25	12.7	29.1	3.6	3.3
	26 〜 30	12.5	14.1	4.0	2.0
	計（平均）	13.2	22.0	3.7	3.2
スクリユー型	11反 〜 15反	18.0	9.0	5.0	3.0
	計（平均）	18.0	9.0	5.0	3.0

第3表によればロータリー型耕耘機の耕耘巾は平均18.5寸で，クランク型22寸，テイラー型(牽引駆動型) 31台については13.2寸，スクリユー型18寸となつている．1分間当り発動機の回転数はロータリー型は14.2百回転，クランク型13.5百回転，テイラー型22百回転，スクリユー型9百回転である．耕耘機の馬力はロータリー型6.2馬力，クランク型5.8馬力，テイラー型3.7馬力，スクリユー型5馬力となつている．耕耘深度はロータリー型3.8寸，クランク型4.8寸，テイラー型3.2寸，スクリユー型3寸でクランク型が最も深く次いでロータリー，テイラー，スクリユーの順となつている．

耕耘機の購入価格のところで述べたように，クランク型，テイラー型，スクリユー型については経営規模との関係は明らかではないが，ロータリー型については明らかに規模と相関を持っており，その関係はやはり耕耘機の性能についてもいえ，経営規模の大きい農家ほど高性能の機械

を利用している．

(2) 耕耘機の利用状況

経営規模別耕耘機種類別の年間利用状況は第4表に示してある．年間のロータリー型耕耘機の平均総利用面積は79.6反で内訳は自家利用面積67.6反，賃耕面積3.8反，共同利用面積8.2反となつている．更に自家利用面積の67.6反の作業種類別内訳は最も利用の多い作業は本田（水稲）及ご苗代の耕起19.6反，次いで麦の中耕の17.4反，麦の作付11.4反，本田及ご苗代の代掻8.7反，麦の谷上げ7.8反，藺草の耕起及び代掻2.7反となつている．これら作業別の自家利用面積と経営規模との相関は顕著である．しかし賃耕面積及び共同利用面積は規模との関係は明瞭でない．その他（運搬等）の利用時間は平均18時間となつている．

テイラー型耕耘機の平均年間総利用面積は59.6反でその内訳は自家利用面積51.9反，賃耕面積1.6反，共同利用面積6.1反である．自家利用面積を作業の種類別にみると，最も利用の多い作業は麦の谷上げの19.8反，本田及び苗代の代掻12.6反，麦の作付11.2反，麦の中耕6.3反，本田及ご苗代の耕起1.3反，藺草の耕起0.7反となり，ロータリー型が本田（水稲）の耕起に主として利用されているに対し，テイラー型は麦作の中耕，除草，谷上げを中心に本田及ご苗代の代掻等の比較的軽作業に主として利用されている．その他運搬等の利用時間は平均43時間でロータリ型よりも多く且つ，最もよく利用している階層はロータリー型の場合と同様に11反～15反の農家である．自家利用状況を経営規模との関連においてみると，ロータリーの様に顕著では

第4表．経営規模別耕耘機種類別年間一台当り利用状況

耕耘機種類	経営規模	台数	1960年度 自家利用面積	1960年度 賃耕面積	1960年度 共同利用面積	1960年の耕耘機当り総利用面積	1960年の作業別自家利用面積 本田及ご苗代の耕起	本田及び苗代の代掻	藺草の耕起，代掻	麦の作付	麦の中耕	麦の谷上げ	運搬その他利用時間
		台	反	反	反	反	反	反	反	反	反	反	時間
ロータリー型	5反未満	9	28.6	7.0	2.7	38.3	10.4	3.7	1.8	1.9	9.2	1.6	6.7
	6 ～ 10	66	46.3	6.4	6.7	59.4	12.6	6.3	2.4	9.3	9.8	5.9	31.8
	11 ～ 15	164	64.8	3.2	10.2	78.2	18.4	8.3	2.7	10.3	17.3	7.8	26.7
	16 ～ 20	110	76.2	2.9	7.1	86.2	22.4	9.8	3.5	12.5	19.3	8.7	4.1
	21 ～ 25	36	90.1	3.1	9.6	102.8	27.2	11.0	1.9	15.7	24.6	9.7	3.6
	26 ～ 30	11	106.2	3.4	-	109.6	34.4	16.9	1.4	20.2	28.0	5.3	4.5
	31 ～ 35	2	96.5	6.0	8.0	110.5	24.0	—	5.0	27.0	27.0	13.5	—
	計(平均)	398	67.6	3.8	8.2	79.6	19.6	8.7	2.7	11.4	17.4	7.8	18.0
クランク型	11 ～ 15	2	56.5	—	13.0	69.5	25.5	7.0	1.5	7.0	15.5	—	—
	16 ～ 20	1	43.0	—	—	43.0	43.0	—	—	-	—	—	—
	計(平均)	3	52.0	—	8.7	60.7	31.3	4.7	1.0	4.7	10.3	—	—
テイラー型	5反未満	1	15.0	—	—	15.0	—	14.0	1.0	-	—	1.0	—
	6 ～ 10	8	31.4	—	20.5	51.9	1.1	7.9	1.1	4.6	2.9	13.8	2.6
	11 ～ 15	31	49.8	0.6	4.4	54.8	2.2	11.8	0.7	10.9	8.0	16.2	98.4
	16 ～ 20	25	59.6	4.2	6.0	69.8	0.8	12.3	0.7	14.3	5.9	25.6	8.0
	21 ～ 25	8	62.2	—	1.3	63.5	—	19.4	0.3	8.7	7.1	26.7	—
	25 ～ 30	3	49.7	—	—	49.7	—	18.3	1.0	15.7	—	14.7	—
	計(平均)	76	51.9	1.6	6.1	59.6	1.3	12.6	0.7	11.2	6.3	19.8	43.0
スクリユー型	11 ～ 15	1	59.0	—	—	59.0	11.0	13.0	2.0	11.0	11.0	11.0	—
	計(平均)	1	59.0	—	—	59.0	11.0	13.0	2.0	11.0	11.0	11.0	

ないが経営規模の拡大と共に利用面積も多くなつている．クランク型及びスクリユー型はデーター不足のため考察の対象にはならない．

(3)　作業種類別の耕耘機反当使用時間

経営規模別作業種類別耕耘機種類別反当使用時間は第5表に示してある．「苗代及び本田の耕起」作業はロータリー型耕耘機で反当1.14時間，クランク型1.10時間，テイラー型1.45時間，スクリユー型2.0時間かかつている．「苗代及び本田の代掻」作業はロータリー型0.63時間，クランク型0.3時間，テイラー型0.65時間，スクリユー型0.5時間である．「藺草の耕起代掻」作業はロータリー型で3.41時間，クランク型1.0時間，テイラー型1.66時間，スクリユー型5.0時間となりクランク型及びテイラー型の数字がロータリー型に比較して小さいのは，テイラーを主として代掻のみに利用しているためであり，ロータリー型は耕起と代掻の両方が含まれていることから大きい数字が出ているのである．クランク型及びスクリユー型については調査数が少ないため片寄つた数字になつている．「麦の作付」作業はロータリー型0.95時間，クランク型0.5時間，テイラー型1.45時間，スクリユー型0.7時間となつている．「麦の中耕」作業はロータリー型1.14時間，クランク型0.3時間，テイラー型1時間，スクリユー型0.8時間である．「麦の谷上げ」作業はロータリー型0.9時間，テイラー型1.32時間，スクリユー型0.7時間である．

ロータリー型の耕耘機について反当使用時間を経営規模別にみると一般的に経営規模が拡大するにつれ使用時間が少なくなる傾向を持つ，この事は (1) 及び (2) で述べたと同様に規模の大きい農家が性能の高い機械を装備している事と一致すると思われる．しかしその点はテイラーについては明らかではない．

次いでロータリー型とテイラー型の作業別の能率は一般的にロータリー型がより能率的である．

第5表．経営規模別作業種類別耕耘機種類別反当使用時間

耕耘機種類	経営規模	苗代及び本田の耕起	苗代及び本田の代掻	藺草の耕起代掻	麦の作付	麦の中耕	麦の谷上げ
		時間	時間	時間	時間	時間	時間
ロータリー型	5反未満	2.03	0.86	5.22	1.73	1.60	2.03
	6 ～ 10	1.45	0.93	3.74	0.96	1.28	0.95
	11 ～ 15	1.46	0.56	3.63	0.92	1.16	0.88
	16 ～ 20	1.32	0.54	2.67	1.04	1.08	0.85
	21 ～ 25	1.21	0.55	4.35	0.82	1.01	0.93
	26 ～ 30	1.32	0.63	2.72	0.81	0.88	0.75
	31 ～ 35	1.40	—	3.50	0.80	1.30	0.70
	計（平均）	1.41	0.63	3.41	0.95	1.14	0.90
クランク型	11反～15反	1.10	0.30	1.00	0.50	0.30	—
	計（平均）	1.10	0.30	1.00	0.50	0.30	—
テイラー型	5反未満	—	0.30	2.00	—	—	—
	6 ～ 10	0.90	0.68	1.38	1.30	0.78	0.88
	11 ～ 15	1.53	0.61	1.71	1.52	1.08	1.07
	16 ～ 20	2.00	0.60	2.16	1.16	1.03	1.29
	21 ～ 25	—	0.60	1.00	3.85	1.10	0.97
	26 ～ 30	—	1.60	0.70	1.15	—	1.75
	計（平均）	1.45	0.65	1.66	1.45	1.00	1.32
スクリユー型	11反～15反	2.00	0.50	5.00	0.70	0.80	0.70
	計（平均）	2.00	0.50	5.00	0.70	0.80	0.70

しかしテイラーは運搬作業及びその他多方面に亘つて利用出来る特性を持つている.

(4) 耕耘機の燃料種類別作業別の反当燃料使用量

耕耘機別燃料種類別作業別の反当燃料使用量を示せば第6表の如くである. ロータリー型の場合の使用燃料は重油, 石油, ガソリン, 混合油の4種類である. 最も多く使用している燃料は「苗代及び本田耕起」の場合には石油で315台, 次いで重油の34台, ガソリンの9台, 混合油の1台の順となつている. 作業別の反当燃料の使用量は燃料の種類によつてまちまちであるが, 概して重油の使用量は少なく, 次いで石油, ガソリンの順となつている. これらの燃料の価格は最も安いのが重油, 次いで石油, ガソリンの順であり, 従つて耕耘機を単位面積利用する場合の経済的な燃料は重油, 石油, ガソリンの順となつてくる. しかしながらこれ等の点のみで使用燃料別の耕耘機の経済性を論ずることは出来ない. なぜなら, 例えば一般的に重油及び石油発動機は重く運搬等に不便であり, 逆にガソリンを使用する動力は軽量で操作が便利である等の利点を持つているからである.

次いでテイラー型の燃料は石油, ガソリン, 混合油の3つで重油は使用されていない. 「苗代及び本田の代掻」作業に使つた52台について燃料種類別の台数をみると, 最も多いのはガソリンの47台, 次いで石油の3台, 混合油の2台となり, テイラー型の場合は大部分燃料にガソリンを使つている. クランク型及びスクリュー型はともに燃料として石油を使つている. 詳細は第6表を参照されたい.

第6表. 耕耘機別燃料種類別作業別反当燃料使用量

耕耘機種類	燃料の種類	苗代及び本田の耕起	苗代及び本田の代掻	藺草の耕起代掻	麦の作付	麦の中耕	麦の谷上げ
ロータリー型	重油	9.2合	5.3合	12.1合	5.0合	6.9合	4.6合
	石油	17.5	9.2	34.8	9.7	14.2	9.7
	ガソリン	16.8	19.5	14.5	14.6	14.7	6.2
	混合油	16.0	—	—	20.0	10.0	10.0
	計（平均)	16.7	9.2	32.2	9.4	13.5	9.0
クランク型	石油	10.0	3.0	20.0	7.0	3.0	—
	計（平均)	10.0	3.0	20.0	7.0	3.0	—
テイラー型	石油	—	4.0	—	4.5	—	5.7
	ガソリン	13.1	4.6	11.9	6.2	7.9	6.4
	混合油	—	2.0	4.0	4.0	4.0	3.0
	計（平均)	13.1	4.4	11.4	6.1	7.7	6.3
スクリュー型	石油	30.0	10.0	50.0	10.0	10.0	5.0
	計（平均)	30.0	10.0	50.0	10.0	10.0	5.0

(5) 耕耘機の作業別反当燃料費

経営規模別作業種類別耕耘機種類別反当燃料費の詳細は第7表に示してある. この表に従えばロータリー型耕耘機の「苗代及び本田の耕起」の平均反当燃料費は78円,「苗代及び本田の代掻」46円,「藺草の耕起代掻」144円,「麦の作付」47円,「麦の中耕」67円,「麦の谷上げ」46円となつている. この種の費用は経営規模間に一定の傾向は見受けられない.

テイラー型耕耘機については「苗代及び本田の耕起」の平均反当燃料費は100円,「苗代及び本田の代掻」28円,「藺草の耕起代掻」83円,「麦の作付」45円,「麦の中耕」52円,「麦の谷上げ」37円となり, これらの費用をロータリー型のそれと比較してみると「苗代及び本田の耕起」

以外は費用が安くついている．この事は比較的軽作業に於いてはテイラー型が経済的である事を示していると思われる．クランク型及びスクリュー型は第7表を参照されたい．

第7表．経営規模別種類別反当燃料費

耕耘機種類	経営規模	苗代及び本田の耕起	苗代及び本田の代掻	藺草の耕起代掻	麦の作付	麦の中耕	麦の仕上げ
ロータリー型	5反未満	71円	28円	137円	35円	58円	45円
	6 ～ 10	103	71	164	57	78	87
	11 ～ 15	75	44	117	48	66	44
	16 ～ 20	71	40	123	45	63	43
	21 ～ 25	66	28	131	41	75	32
	26 ～ 30	125	23	104	28	41	30
	31 ～ 35	60	—	80	40	80	40
	計 (平均)	78	46	144	47	67	46
クランク型	11反～15反	40	10	80	30	10	—
	計 (平均)	40	10	80	30	10	—
テイラー型	5反未満	—	10	20	—	—	—
	6 ～ 10	60	42	90	80	73	48
	11 ～ 15	103	24	90	36	49	32
	16 ～ 20	160	34	75	54	45	42
	21 ～ 25	—	20	140	27	43	30
	26 ～ 30	—	30	40	30	—	35
	計 (平均)	100	28	83	45	52	37
スクリュー型	11反～15反	120	40	200	40	40	20
	計 (平均)	120	40	200	40	40	20

(6) 耕耘機利用の流動費

経営規模別耕耘機種類別年間流動費は第8表に示す如くである．流動費は固定費と対照的に利用度が増すにつれ増加する性質の費用である．従ってロータリー型耕耘機の場合においては流動費計の列にその傾向を伺う事ができ，経営規模が大きくなるにつれ利用度も比例に増加し，従って流動費計も増加の傾向を辿っている．しかしテイラー型の場合は経営規模と利用度は必ずしも同じ傾向を示さず，従って流動費も経営規模の増加につれ増加していない．クランク型及びスクリュー型については資料が不充分のため経営規模との関連において流動費をみる事は出来ない．

第8表．経営規模別，耕耘機種類別流動費

耕耘機種類	経営規模	台数	年間燃料費	つめ取替費	モビル	グリス	点火用ガソリン	修繕費 本機	修繕費 発動機	流動費計
ロータリー型	5反未満	11台	814円	368円	684円	55円	153円	2,060円	345円	4,479円
	6 ～ 10	67	2,271	1,044	1,414	133	275	1,510	412	7,059
	11 ～ 15	167	3,257	1,050	1,931	123	311	1,259	1,189	9,120
	16 ～ 20	113	3,248	1,425	2,558	127	313	1,294	754	9,719
	21 ～ 25	38	3,793	1,069	2,161	100	301	1,106	611	9,141
	26 ～ 30	11	4,302	815	3,295	186	714	1,668	655	11,635
	31 ～ 35	2	5,180	425	2,500	250	165	2,500	3,250	14,270
	計 (平均)	409	3,115	1,127	2,047	124	310	1,334	861	8,918

ランク型	11反〜15反	3	1,000	233	2,500	67	400	667	1,833	6,700
	計　(平均)	3	1,000	233	2,500	67	400	667	1,833	6,700
テイラー型	5反未満	1	200	—	1,000	—	—	—	—	1,200
	6 〜 10	8	1,357	156	730	51	750	40	1,600	4,684
	11 〜 15	31	1,275	46	1,045	42	173	31	47	2,659
	16 〜 20	25	2,330	54	1,928	48	350	256	—	4,966
	21 〜 25	8	1,241	250	423	11	—	88	31	2,044
	26 〜 30	3	850	227	1,100	33	—	—	333	2,543
	計　(平均)	76	1,596	88	1,239	41	265	110	204	3,543
スクリユー型	11反〜15反	1	3,360	1,500	2,000	300	400	—	—	7,560
	計　(平均)	1	3,360	1,500	2,000	300	400	—	—	7,560

Ⅲ. 結　　言

以上Ⅰ，Ⅱにおいて調査地の概況及び経営耕地規模と耕耘機種類別の利用状況を分析資料にもとづいて述べてきた．従って耕耘機利用の経済性に関する分析はこれらの資料を更に加工しての み明らかになるため，次号において考察するつもりである．更に今後得られた多くの資料から経営規模別農家の反当耕耘費，経営規模別生産物単位価額当りの耕耘費，及び耕耘機更新の最適時期等について分析を進めてみたい．

参　考　文　献

1）目瀬守男，福田　稔 (1961)：耕耘機と役畜の経済性比較〔農業機械化の経済的意義に関する研究，第5報〕岡大農学部学術報告，No. 17.

2）農業技術研究所経営土地利用部編 (1961)：大数調査による農業経営分析．

3）Earl O. Heady, Dean E. McKee and C.B. Haver (1955) : Farm Size Adjustments in Iowa and Cost Economies in Crop Production for Farms of Different Sizes. Iowa State College, Research Bulletin 428.

4）W.Y. Yang (1958) : Methods of Farm Management Investigations. FAO, Rome.

5）泰　恒雄 (1960)：設備更新の経済理論，日刊工業新聞社．

6）泰　恒雄 (1960)：続．設備更新の経済理論，日刊工業新聞社．

白熱燈による弱光下の菊の電照栽培

安田　勳・築谷健作

Light Culture of Chrysanthemum under Feeble Incandescent Lamps.

Isao YASUDA and Kensaku TSUKUTANI

In order to find out if the feeble incandescent light can delay the flower bud differentiation of chrysanthemum lighted by such lamps as 10, 20, 30 and 60-watts, the following experiment was carried out in 1960.

1. The materials were cut on May 11, planted in pots on June 22, and has produced three branches by pinching. Pots were placed on the bench in the greenhouse, and lighting started on August 5, stopped on September 20.
2. Any distinct difference in elongation of stem was not found among those in differently lighted sections. However in the feeble light sections they had a little higher elongation than in the other sections and the standard sections.
3. The flowering was delayed in proportion as the light intensity increases. The sections lighted by 60 and 30-watt lamps showed almost similar flowering, but in the 10-watt lamp section the flowering was earlier than in the others and flowered for a longer period of time.
4. As to the flower bud formation, a considerable number of flower buds in 10-watt lamp section appeared first, and 20 and 30-watt lamp sections followed.
5. Consequently, the limit of light intensity in light culture of chrysanthemum seems to be 30-watts per square 3.3 meter of a bench.

緒　　言

菊の電照栽培をおこなう場合，これまでの慣例では1坪（3.3㎡）あたり60 W，3坪（約10㎡）あたり100 Wを菊の頂端から1 mの高さに吊すのが適当とされている．最も暗い所の明るさをどのくらいに止めるべきかについては正確な報告がないが，岡田正順氏は実験に際して50ルツクスより暗くならぬようにするとしている．筆者等はこの限度を明かにするため，60から10 Wまでの弱光下に菊を置き，菊の生育，開花に対する日長反応を試験したところ，次に述べるようにかなり弱い電照下においても開花を抑制する結果を得たので，以下にその概要を記すことにした．

I．材料および実験方法

供試品種は早生の秋菊で，黄色大輪の「芳香の宝」である．教室の圃場に栽植してあつた苗を5月11日に挿木，6月7日に5寸鉢に1株ずつ定植したもの60個を用意した．6月22日に頂部を摘心して3本仕立てとし，成るべく生育のよく揃つたものを次のような実験区別に配置した．

標準区	10鉢	1鉢に3本仕立とし，2本を開花実験に，1本を花芽分化調査用に使用．電灯はすべて白熱燈．
電照10W区	10鉢	
電照20W区	10鉢	
電照30W区	10鉢	
電照60W区	10鉢	

実験の場所： 本大学農学部附属温室（東西に長いスリーコーター）のコンクリートのベンチ上で，北側もコンクリートの壁である．このベンチを4等分し，1区が縦65 cm，横130 cmになるように仕切つた．各電照区の境は黒色ビニールで遮断，日中はビニールをたたんで日光が平均に当るようくふうした．標準区の鉢は電照に影響のない別室の温室内のベッド上にならべ，灌水，施肥その他を電照区と同一条件下にあるよう管理した．

電照期間と1日の電照時間： 電照開始日は1960年8月5日，電照打切日は同年9月20日でこの間47日であつた．1日の電照時間は日没から午後12時までの約5時間とし，操作はすべてマツダタイムスイッチによつて行つた．

調査方法： 8月5日の電照開始後，各実験区の草丈と葉数の調査を行い，以後15日ごとに開花日まで同様の調査を継続した．花芽分化の調査は，8月5日より毎週1回，計3回材料を採収，9月20日の電照打切後も5日おきに4回にわたつて材料をとり50％のアルコール液中に保存しておいて随時双眼顕微鏡により行つた．花芽分化用の材料は1区5個体である．次に，開花時の決定は最外側の花弁がほぼ水平にひろがつた時をもつてした．実験中，どの区も柳芽の発生がほとんど見られなかつたので，開花した花は何れも最初の蕾であり，仕立方は1茎1花とした．

耕種の概要： 定植用土は培養土：川砂：木灰：腐葉土：乾燥肥料を 6：2：2：3：1 のわり合に混合したものを用い，追肥として8月25日と9月30日の2回過燐酸石灰：硫酸カリ：硫安を 3：2：1 の比率で施した．病害防除用には，ダイセンの500倍液，キクスイ，アカダニ，シンクイムシの防除にはマラソン剤の2000倍液を随時散布した．

II. 実験結果

(1) 生育調査

Table 1. Elongation of the Stem and Increase of the Leaves in the Control Section.

No.	Aug. 5 Height (cm)	Aug. 5 No. of leaves	Aug. 20 Height	Aug. 20 No. of leaves	Sep. 5 Height	Sep. 5 No. of leaves	Sep. 21 Height	Sep. 21 No. of leaves	Oct. 5 Height	Oct. 5 No. of leaves	Height	No. of leaves
1	29	13	31	17	40	22	55	29	67	33	71	33
2	36	13	40	18	50	23	63	32	73	32	75	32
3	28	14	38	17	51	24	66	34	77	35	82	35
4	33	14	41	18	50	25	70	33	82	35	85	35
5	30	14	34	17	45	24	62	29	74	32	79	32
6	25	12	29	15	35	20	50	27	60	30	68	30
7	29	12	34	16	43	20	60	30	71	30	77	30
8	27	13	32	16	46	22	59	28	73	30	79	30
9	36	12	32	14	44	22	60	29	71	32	75	32
10	31	13	37	16	46	23	63	31	70	31	80	31
Average	29.4	13.0	34.8	16.4	45.0	22.5	60.8	30.2	71.8	32.0	77.1	32.0

生育調査のおもなものは実験中の草丈と葉数とについてである．一般に電照下においては自然状態のものより草丈が伸びるものであるが，その程度は品種によつてかなり差異があるようである．本実験に用いた「芳香の宝」は電照によつてそれほどの伸長はみられず，而も弱光下であるからといつて草丈がのびないとは限つていない．その状況を示したのが第1～6表である．

以上の表をとりまとめるため，電照開始時の各区の草丈を (a)，電照打切時の草丈を (b)，伸長率即ち，電照打切時の草丈を電照開始時の草丈で除したものを $\frac{b}{a}$，開花時の草丈を (c) で表わすと第6表のような結果が得られる．

まず，電照を開始してから電照を停止するまでの期間における草丈の伸長度をみると，各電照区とも大差なく，標準区と較べてもそれほど長く伸びていない．そして電照停止時の草丈を電照開始時の草丈で除した伸長率即ち $\frac{b}{a}$ でその倍率を計算してもその差は 2.07～2.22 程度で大差のないことを示している．したがつて電照の明るさがちがつても，電照をしなかつたものも8月

Table 2. Elongation of the Stem and Increase of the Leaves in the 10w Section.

Date / No.	Aug. 5		Aug. 20		Sep. 5		Sep. 21		Oct. 5		Oct. 20		Flowering time	
	Height	No. of leaves	Height	No. of leaves	Height	No. of leaves	Height	No. of leaves	Height	No. of leaves	Height	No. of leaves	Height	No. of leaves
	cm		cm		cm		cm		cm		cm		cm	
1	30	13	38	15	49	21	63	25	78	32	90	34	90	34
2	34	15	49	20	52	24	58	26	75	35	88	37	88	37
3	29	13	42	16	54	21	69	25	82	30	99	32	99	32
4	32	13	48	18	62	23	76	28	81	30	103	34	103	34
5	35	14	46	17	52	22	62	27	79	34	89	37	89	37
6	32	14	47	19	60	23	69	28	83	33	101	36	101	36
7	31	15	45	18	52	22	65	23	73	28	106	31	106	31
8	33	14	42	19	50	24	61	28	69	34	86	36	86	36
9	31	14	50	18	61	24	75	26	81	34	96	37	96	37
10	31	15	48	19	55	22	66	25	78	30	100	33	100	33
Average	31.8	14.0	45.5	17.9	54.7	22.6	66.4	26.1	77.9	32.0	95.8	34.7	95.8	34.7

Table 3. Elongation of the Stem and Increase of the Leaves in the 20w Section.

Date / No.	Aug. 5		Aug. 20		Sep. 5		Sep. 21		Oct. 5		Oct. 20		Flowering time	
	Height	No. of leaves	Height	No. of leaves	Height	No. of leaves	Height	No. of leaves	Height	No. of leaves	Height	No. of leaves	Height	No. of leaves
	cm		cm		cm		cm		cm		cm		cm	
1	33	14	47	20	59	25	70	30	78	32	94	35	94	35
2	31	13	42	18	54	23	70	28	75	34	97	36	97	36
3	33	14	45	18	58	23	79	29	93	35	95	37	95	37
4	32	13	50	18	59	24	72	26	83	31	103	34	103	34
5	31	12	44	17	58	22	71	26	81	30	97	32	97	32
6	31	12	46	16	57	21	71	25	84	29	104	33	104	33
7	31	13	49	18	54	21	66	24	78	29	107	24	107	24
8	32	13	45	18	57	23	68	28	79	33	103	32	103	32
9	30	13	46	19	58	23	72	27	81	31	102	34	102	34
10	32	12	45	17	53	24	63	28	78	33	104	35	104	35
Average	31.6	12.9	45.9	17.9	56.7	22.9	70.2	27.1	81.0	31.7	100.6	33.2	100.6	33.2

Table 4. Elongation of the Stem and Increase of the Leaves in the 30w Section.

Date / No.	Aug. 5 Height	Aug. 5 No. of leaves	Aug. 20 Height	Aug. 20 No. of leaves	Sep. 5 Height	Sep. 5 No. of leaves	Sep. 21 Height	Sep. 21 No. of leaves	Oct. 5 Height	Oct. 5 No. of leaves	Oct. 20 Height	Oct. 20 No. of leaves	Flowering time Height	Flowering time No. of leaves
	cm		cm		cm		cm		cm		cm		cm	
1	31	13	46	18	57	24	64	28	77	32	104	36	104	36
2	30	14	45	19	59	25	72	27	81	32	102	35	102	35
3	30	12	45	18	52	22	69	25	78	28	103	31	103	31
4	31	13	48	19	54	23	64	27	82	31	104	33	104	33
5	27	12	39	17	51	23	57	25	68	29	91	32	91	32
6	32	13	44	18	53	22	72	26	80	28	103	30	103	30
7	32	13	48	17	56	20	63	24	74	27	96	30	96	30
8	32	15	43	18	56	23	65	26	79	31	92	33	92	33
9	28	11	42	16	53	20	67	25	88	30	104	32	104	32
10	33	14	40	17	50	21	61	24	73	28	105	31	105	31
Average	30.6	13.0	44.0	17.7	54.1	22.3	65.4	25.7	78.0	29.6	100.4	32.3	100.4	32.3

Table 5. Elongation of the Stem and Increase of the Leaves in the 60w Section.

Date / No.	Aug. 5 Height	Aug. 5 No. of leaves	Aug. 20 Height	Aug. 20 No. of leaves	Sep. 5 Height	Sep. 5 No. of leaves	Sep. 21 Height	Sep. 21 No. of leaves	Oct. 5 Height	Oct. 5 No. of leaves	Oct. 20 Height	Oct. 20 No. of leaves	Flowering time Height	Flowering time No. of leaves
	cm		cm		cm		cm		cm		cm		cm	
1	29	11	40	16	50	20	61	23	75	31	87	34	87	34
2	29	13	41	17	45	21	49	23	62	27	84	31	84	31
3	32	13	44	17	51	22	68	24	77	27	96	32	96	32
4	34	13	49	17	58	22	67	25	75	27	94	31	94	31
5	27	14	39	17	49	22	63	26	71	29	93	32	93	32
6	28	13	46	22	54	23	65	27	81	33	101	35	101	36
7	31	11	46	16	55	19	63	22	71	28	93	31	93	31
8	25	12	37	17	50	24	61	27	71	29	98	32	98	32
9	32	12	43	16	54	22	60	26	77	28	96	33	96	33
10	33	14	47	19	58	22	68	25	78	29	114	34	114	34
Average	30.0	12.6	43.2	17.4	52.4	21.7	62.5	24.8	73.8	28.8	95.6	34.6	95.6	34.6

Table 6. The Comparison of the Height in Each Experimental Section from the Starting of the Lighting to the Flowering Time.

Elongation \ Section	Control	10 W	20 W	30 W	60 W
Time when light started (a)	29.4cm	31.8	31.6	30.8	30.0
Time when light stopped (b)	60.8cm	66.4	70.3	65.4	62.5
b − a	31.4cm	34.6	38.7	34.6	32.5
Elongation ratio $\left(\frac{b}{a}\right)$	2.07	2.09	2.22	2.12	2.08
Time when flowered (c)	77.1cm	95.8	100.6	100.4	95.6
c − b	16.3cm	29.4	30.3	35.0	33.1

5日から9月21日（電照打切日）までの比較的長日期間中では電照による伸長はみとめられなかつた．ただし，この傾向は品種によつても差があるもののようで，それについては考察の項で今一度言及してみよう．

開花時においては草丈の差はかなりいちじるしく現われ，電照を停止してから開花時までの伸長は電照各区が標準区の伸長の約2倍からそれ以上に及んでいる．その理由は標準区は短日期に入つて花芽分化を始めたのに，電照各区は電照によつて長日下におかれ，依然栄養成長を強いられたためと思われる．

次は葉数についてであるが，表1～5に示したように各区とも8月5日の電照開始時には13枚程度であつたものが，開花時には32～35枚程度で終つている．葉のつきかたで多少興味のあるのは，電照区と標準区とで途中の枚数に差のあることである．例えば第1表と第4表とで，電照打切時の葉数を比べて見ると第1表（標準区）では9月21日にはすでに30枚余に達しているのに，第4表（30W区）では26枚に達していない．而も開花時には両区とも32枚内外で終つているから，電照しない場合の方が早く所定の枚数に近ずくもののようである．

(2)　開花調査

(イ)　花芽分化

弱光下で電照を加え，開花を抑制しようとした場合，従来の慣行法と比べてはたして花芽分化を抑える力があるか否か，それを調べるため次に述べるような方法を用いた．即ち，8月5日の電照開始後5日（8月10日），12日（8月17日），19日（8月24日）の3回電照中各区の新梢をとつておいて50％のアルコールに保存し，随時検鏡した所，8月10日では標準区も電照各区も全く分化をみとめなかつたが，8月17日には標準区で40％，8月24日には全株分化を始めていた．しかし，同じく，8月24日でも電照各区では全く分化をみとめなかつた点から考えて，電照後約20日間くらいは花芽分化を抑えていたことになる．その関係を表わしたのが第7表である．

Table 7.　The Condition of the Flower bud Differetiation on 5, 12 and 19 Days after the Start of the Lighting in Each Section.

Section ＼ Date / No.	August 10					August 17					August 24				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Control	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○
10 W	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
20 W	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
30 W	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

次に，電照打切（9月20日）後，5日ごとに10月10日まで5回採収したサンプルの調査結果では，9月25日において10W区は80％，20W区は40％，30W区は20％分化が始まつていたのに，60W区では全然分化をしていなかつた．9月30日には10W区は全株花芽を分化し，20W区では80％，30W区では60％が分化していたのに60W区では40％しか分化していなかつた．以上の事柄から判断して10W区では電照の後期にすでに分化を始め，20および30W区もあるものは花芽分化の過程に入つていたものと考えられる．この実験ではサンプルの関係で8月24日以後の花芽の調査を打ち切つたので，何時ごろ分化したかは明でないが，60Wのような明るさの下に置かれたものが9月25日には全く分化していなかつたことよりみて大体以上のように推論して間違いはないと思う．第8表はその関係を示したものである．

Table 8. The Condition of the Flower bud Differentiation on 5, 10, 15 and 20 Days After the Stop of the Lighting in Each Section.

Section \ Date / No.	September 25					September 30					October 5					October 10				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1 0 W	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2 0 W	○	×	×	×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○
3 0 W	×	×	○	×	×	×	○	○	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○
6 0 W	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	×*	○	○	○	○	×*	○	○

* It seems that this non-diffeventiation owing to any trouble of the chrysanthemum.

(ロ)　開花状態

最初に各試験区における開花開始期を示して見ると第9表の通りで，標準区が平均して10月17日と一番早いのは当然として，10W区が11月4日，20W区11月11日，30W区11月13日，60W区11月14日というふうにワットの大きい区ほどしだいに開花開始がおくれていた．この中，30と60Wの両区にはほとんど差異が見られなかつた点から考えて同じ面積の同じ高さに電照を用いた場合は30W照明で十分実用上の効果があるようである．今，それらの示す数字を掲げてみると次のようである（第9表）．

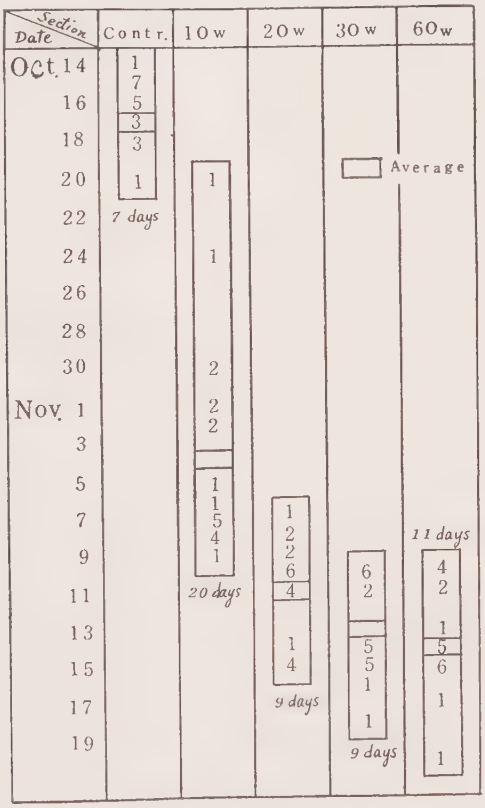
Table 9. The Date of Flower Biginning in Each Section under the Feeble Light.

No. \ Section		Control	1 0 W	2 0 W	3 0 W	6 0 W
1	(1)	Oct. 15	Oct. 20	Nov. 14	Nov. 14	Nov. 14
	(2)	Oct. 15	Oct. 30	Nov. 11	Nov. 16	Nov. 14
2	(1)	Oct. 14	Oct. 24	Nov. 10	Nov. 10	Nov. 10
	(2)	Oct. 17	Nov. 7	Nov. 15	Nov. 14	Nov. 14
3	(1)	Oct. 16	Nov. 7	Nov. 10	Nov. 10	Nov. 15
	(2)	Oct. 15	Nov. 8	Nov. 11	Nov. 11	Nov. 15
4	(1)	Oct. 16	Nov. 6	Nov. 10	Nov. 14	Nov. 15
	(2)	Oct. 18	Nov. 8	Nov. 15	Nov. 18	Nov. 17
5	(1)	Oct. 15	Nov. 5	Nov. 8	Nov. 15	Nov. 11
	(2)	Oct. 18	Nov. 8	Nov. 8	Nov. 15	Nov. 15
6	(1)	Oct. 16	Oct. 30	Nov. 7	Nov. 10	Nov. 10
	(2)	Oct. 20	Nov. 2	Nov. 10	Nov. 14	Nov. 20
7	(1)	Oct. 15	Nov. 1	Nov. 10	Nov. 15	Nov. 13
	(2)	Oct. 17	Nov. 8	Nov. 11	Nov. 15	Nov. 13
8	(1)	Oct. 15	Nov. 9	Nov. 9	Nov. 14	Nov. 10
	(2)	Oct. 15	Nov. 15	Nov. 15	Nov. 15	Nov. 15
9	(1)	Oct. 15	Nov. 11	Nov. 11	Nov. 10	Nov. 10
	(2)	Oct. 16	Nov. 10	Nov. 10	Nov. 10	Nov. 14
10	(1)	Oct. 17	Nov. 9	Nov. 9	Nov. 10	Nov. 15
	(2)	Oct. 18	Nov. 15	Nov. 15	Nov. 11	Nov. 14
Average		Oct. 17	Nov. 4	Nov. 11	Nov. 13	Nov. 14

上に述べた関係を図で表わしたものが第1図で，□で囲んだ部は平均開花日，開花期間の下に記した数字は，その試験区における開花開始日の範囲である．

この図表によると，供試花数20個の中，標準区の開花分布日数は7日，10W区は20日，20W，30W区がともに9日，60W区は11日となつている．電照4区の中，30Wと60W両区は11月9日から開花を始め，最後の開花日も大体似ている．20W区は11月6日の開花始めで，30Wや60W区に比べるとやや早く開花が始まり，終りも幾分早くなつているが，開花分布はあまり長くない．興味のあるのは10W区で，開花の始まりは早いのに，最後の開花期までの分布がひじように長く，他区の2倍以上に達している．しかし，平均開花日をみると，標準区よりは約20日近くちがつているから，この程度の弱光下でも開花の抑制能力はあるものである．ただ，10W程度では電照中に花芽分化が行われるため，開花の始まりは標準区と重複しているものもある．この実験では弱光の場合，光源の直下とやや離れた箇所では幾分差があるらしく，そのため開花の開始分布がかなり広くなつたものと思われる．

Fig. 1.　The date of flower biginning of chrysanthemum in each section under the feeble light.



Ⅲ．考　　　察

1．電源からの距離と光の強さ

Post は温室内の菊の電照実験において，5～15 Foot-candles の照度を得るには電源からの距離 4 feet，床の面積 6 feet 平方で 75W の明るさを要すると記しているから，現在わが国で坪当

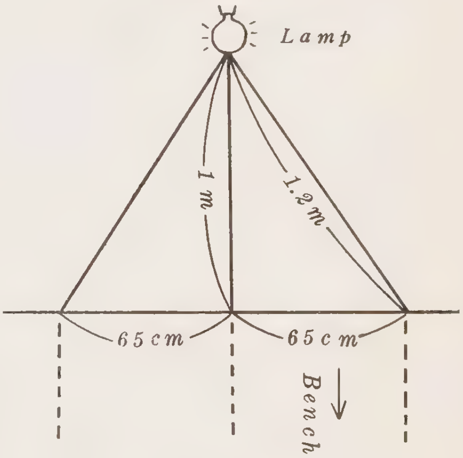
り3尺の高さで60Wの電球を吊す明るさと大体一致している．また，A. LAURIE は菊の花芽分化は 2 feet-candles またはそれ以上の照度を毎日14時間以上与えた場合に行われなくなるといつている．1950年，立石は洋菊の電照実験を行い，光度32Wとした場合，1.2mの距離では抑制効果が十分であるが，1.57mでは不十分であるとしている．これを慣例の距離1mに換算すると光度は約27Wとなる．また，岡田 (1957) は開花の生態反応から見た菊品種分類の実験では，電球から最もはなれた所でも50ルックスを保つようにしている．

筆者等が行つた弱光照明の場合は電源からの距離をいちように1mとしたが，床面のスペースは130cm平方くらいで慣例の1坪よりははるかに小さい．それにもかかわらず，1m直下の光度は60W区を除けば何れも32lux以下で，この程度の光度でも60W区とはあまり異らない抑制効果を示した．しかし，32luxというのは直下の明るさであるから，一番遠い実験材料では更にluxが減つて20luxとなつている．今，弱光下における電球の明るさと電源からの距離との関係を示すと次表（第10表）及び2図のようである．

Table 10. Relation to the Light-intensity and the Distance from Light-source.

Watt ＼ Distance	1.2 m	1.0 m
10	8 lux	12 lux
20	13	18
30	20	32
60	58	83

Fig. 2. Diagram denote the contents of Table 10.



以上の結果から考えると，菊の花芽分化をやや完全に抑えるには，従来行われてきた1坪当り60W，2坪当100Wとして一番暗い所でも50luxを保たせる必要はなく，電源から菊の頂端までの距離1mの場合，30W (30lux内外) あれば抑制可能である．物理学上では，光の強さは距離の自乗に逆比例するとされているから，若し，距離を元の半分とすれば，光の強さは約4倍となる．それゆえ，弱光であつても電源を菊の頂部に近づければかなり抑制力は大となる筈である．然し，個々の弱光電球を低く吊ることは照射の面積を小さくするから，効果を大きくするには，照度の大きい電球を高く吊り，最も遠い距離下の所でも30luxを保てるようにすべきである．

2．弱光による開花期の拡大

Post は長日で開花する植物は光の強さの大きいほど早く開花するといつているが，菊では光の強いほど花芽の分化を抑制し，光が弱くなるにつれてその効力が減少する．10W程度の弱光で照明すると，開花は強光下より早くなるが次々と開花を始め，而もその開花期間がひろがる傾向のあつたことは興味ある事実である．菊の電照栽培において開花に必要な条件は一定期間の花芽抑制と花芽分化時の適温とであるから，比較的温暖な期間中或は暖地における電照栽培では，弱光で抑制することによりその開花期間を永く保たしめることも可能である．

3．舌状花減少の度合

一般に，菊の電照が完全に行われた場合，舌状花が減少して管状花の発達する事例が知られているが，本実験では特にその調査を行わなかつたため，それについてのデータを挙げることができなかつた．しかし，肉眼で判断した所では60 W 及び 30 W区にその傾向が多少みとめられたのに，10 W区ではほとんど標準区との差が見られなかつた．従つて弱光下の電照ではこの欠点をある程度少くすることが可能なのではないかと思われる．

参　考　文　献

1）立石恒四郎（1950）：菊栽培新編（養賢堂），223～225.

2）Post, K. (1952) : Florist Crop Production and Marketing. 73～86.

3）Watson, D.P. and Andriews, P.S. (1953) : The effect of light intensity on the flowering of chrysanthemum variety Gold Coast. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **61** ; 551～554.

4）岡田正順（1957）：開花に対する生態的反応より見た菊品種の分類．園芸学会雑誌 **26**, 1 ; 59～72.

5）安田　勲，是松博文（1957 未発表）：晩生菊の促成について．（是松博文卒業論文の一部）

6）Laurie, A. (1958) : Commercial Flower Forcing. 67～76. および 368～375.

7）田口亮平（1958）：作物生理学（養賢堂）．553～555.

暖地栽培ビート副産物の飼料価値に関する研究

（第1報） ビートトップの成分と飼料価値

須 藤 浩・内 田 仙 二

Studies on the Feeding Value of By-Products of the Sugar Beet Cultivation in Warm Regions.

I. The chemical Composition and Feeding Value of Beet Tops.

Hiroshi SUTOH and Senji UCHIDA

The cultivation of the sugar beet in warm regions has been encouraged for the purpose of decreasing importation of sugar and of utilizing by-products of the sugar beet cultivation to live-stock feeding. With a view to making clear the chemical composition and the feeding value of by-products of the sugar beet cultivated in warm regions, some experiments have been made.

The results obtained are summarized as follows :

(1) No distinct variation in chemical composition of sugar beet tops could be found between the various varieties, nor between beet tops harvested at different times. Crude protein content of blades was over 20 per cent.

(2) Oxalic acid contents in various parts of sugar beets were determined. (cf. Table 4). Beet tops contained 0.25～0.51 per cent. oxalic acid. In beet tops of such varieties as KL-E, Verna and Polish content of oxalic acid was comparatively high, but in those of KL-AA and Cesena rather low. (cf. Table 5).

(3) Carotene content was 2.9 *mg.*/100 *g.* in beet tops in the bolting period and 2.7 *mg.*/100 *g.* in beet top silage.

(4) The results of digestion experiments on rabbits using beet tops (with dry matter content 12.2 percent.) showed that the digestibility of organic matter was 91.7 per cent ; the digestible crude protein was 1.64 per cent. and the total digestible nutrient 9.5 per cent. (cf. Tables 6 and 7).

(5) The beet top silage made without any additive had a satisfactory pH 4.09, and contained 2.65 per cent. lactic acid, 0.47 per cent. acetic acid, and 0 per cent. butyric acid. The rate of ammoniacal nitrogen to the total nitrogen was 5 per cent. The silage seemed to be palatable to live-stock.

(6) Oxalic acid content of the beet top silage was 0.43 per cent. It was found that about thirty percent of oxalic acid diminished during storage.

(7) The results of digestion experiments with the beet top silage on rabbits are shown in Table 12.

Contents of dry matter, digestible crude protein and the total digestible nutrient of the silage were 13.5, 1.5 and 9.6 per cent. respectively.

(8) The loss of dry matter during storage was 27 per cent. Besides, the loss of nutrients in oozed juice was also studied. (cf. Table 16).

ビート *Beta vulgaris L. var. Rapa* Dumort. は寒地独特の作物と考えられ，わが国では，主として北海道に栽培され，これが飼料面への利用についても研究が行われた.[1,2] しかるに最近暖地でのビート糖企業化熱が，めざましく，甘味資源の国内自給度を高め，外貨の節約をはか

るとともに，他方その副産物であるビートトップ・ビートパルプなどの飼料的利用が，注目の的となつている.

栽培普及上の点については，なお残された研究問題があるようであるが，その副産物の飼料的利用について，それぞれの機関でとり上げられ，その一部が発表されている.[3,4]

岡山県でも近い将来 5,000 ha. におよぶ栽培計画がなされている. これらのことに鑑み，著者らは飼料的利用の立場より少しく研究しているが，本報では主としてビートトップの化学成分・消化率，ビートトップサイレージの品質ならびに消化率などについて報告する.

I. ビートの菜根およびトップの一般化学的組成ならびにシユウ酸含量

材料は本学部農場で実験的に栽培したものを供用した.

1959 年 7 月 25 日播種の GW 359 について，11 月下旬より，2 月上旬に至る 4 回，各 5 株平均について，その葉・葉柄・冠頸・菜根などの割合を調査した 1 例は Table 1 のとおりである.

Table 1. Rate of Beet Top and the Root in Each Harvest Time (Average of Five Sugar Beets).

Date / Part of Sugar beet	Late November		Late December		Early January		Early February	
	Weight (g)	Rate (%)	Weight (g)	Rate (%)	Weight (g)	Rate (%)	Weight (g)	Rate (%)
Blade	224.3	27	396.8	27	267.0	20	293.7	21
Petiole	280.8	33	568.8	39	403.6	31	492.8	35
Crown	106.0	13	120.8	8	174.6	13	181.2	13
Beet top	611.1	73	1,068.2	74	845.2	66	967.7	70
Root	230.9	27	376.0	26	478.4	34	425.7	30
Total	842.0	100	1,462.2	100	1,323.6	100	1,393.4	100

1～2 月に至つて葉身の割合がやや減ずる他は，各部分の割合に余り大きな変化がないように推察される.

なお 12 月 8 日および 2 月 10 日収穫のビートトップについて，各部分毎に分析を行つた結果は Table 2 のとおりである.

時期による組成の変化は余りはつきりしていない. 葉身における粗蛋白質の含量は 20 %を越え，マメ科植物に匹敵するものである. 冠頸部の含量は葉部の約半分である. 粗蛋白質に対する純蛋白質の比は，葉身がもつとも高く，冠頸部・茎部はかなり低い.

Table 2. Chemical Composition of Sugar Beets. (%)

Date		Moisture	Crude protein	Crude fat	N.F.E.	Crude fibre	Crude ash	True protein	Rate of true protein to the Crude protein
December 8, 1959	Blade	87.4	2.9	0.5	6.0	0.9	2.3	2.3	81
			22.8	3.7	48.7	7.0	17.8	18.5	
	Petiole	92.6	0.8	0.1	4.1	0.7	1.7	0.5	59
			10.9	0.9	55.0	10.0	23.2	6.4	
	Crown	80.8	2.0	0.1	14.3	1.3	1.5	1.1	56
			10.4	0.5	75.3	6.5	7.3	5.8	
	Root	81.1	1.4	0.1	15.3	1.0	1.1	0.8	60
			7.3	0.5	80.8	5.5	5.9	4.4	

February 10, 1960	Blade	80.7	4.1	0.5	9.4	1.4	3.9	3.0	73
			21.3	2.7	48.7	7.0	20.3	15.5	
	Petiole	88.1	1.5	0.1	6.5	1.3	2.5	0.9	61
			12.5	1.0	53.3	11.1	21.1	7.6	
	Crown	75.7	3.2	0.1	18.2	1.3	1.5	1.3	40
			13.2	0.5	74.7	5.4	6.2	5.3	
	Root	76.2	2.1	0.1	19.2	1.1	1.4	0.9	43
			8.7	0.3	80.6	4.5	5.9	3.8	

品種別一般成分　本学部農場において栽培された品種について，トップの部と菜根の部分とに分けて，その成分を査定した結果は Table 3 のとおりであつた．

Table 3.　Chemical Composition of Various Varieties of Sugar Beets.　　(%)

Varieties		Moisture	Crude protein	Crude fat	N.F.E.	Crude fibre	Crude ash	True protein	Reduced Sugar
Battles	Top	84.4	2.8	0.2	8.7	1.5	2.4	1.9	—
	Root	78.0	1.5	0.1	18.4	1.0	1.0	1.0	—
KL-AA	Top	80.0	3.7	0.3	11.2	2.0	2.8	2.4	—
	Root	75.3	1.6	0.1	20.1	1.1	0.8	0.9	2.7
Trirave	Top	77.7	3.4	0.3	13.4	2.4	2.8	2.6	—
	Root	74.5	2.1	0.2	20.9	1.4	0.9	—	—
Cesena	Top	83.6	2.6	0.2	9.6	1.5	2.5	1.9	—
	Root	78.2	2.2	0.1	17.3	1.2	1.0	—	—
GW-359	Top	79.9	3.1	0.4	12.4	1.6	2.6	—	—
	Root	74.5	1.3	0.1	21.8	1.2	1.1	0.9	—
Polish	Top	81.5	3.3	0.3	10.6	1.5	2.8	2.0	—
	Root	76.8	2.3	0.1	18.7	1.2	0.9	0.7	—
Doprovicka	Top	79.5	3.2	0.4	12.4	1.9	2.6	2.4	2.3
	Root	77.0	1.4	0.1	19.6	1.1	0.8	—	2.3
PL-polybeta	Top	79.7	3.5	0.2	12.0	2.0	2.6	2.7	3.8
	Root	74.2	1.7	0.1	21.8	1.4	0.8	1.2	2.8
Pedigree	Top	79.3	3.4	0.2	12.7	1.9	2.5	—	—
	Root	77.7	2.6	0.1	17.4	1.0	1.3	—	—
KL-E	Top	81.2	3.1	0.3	10.8	2.0	2.7	2.1	3.4
	Root	76.4	2.0	0.1	19.3	1.4	0.9	1.7	2.3
SL 122 × SP 5260	Top	86.0	2.9	0.2	7.3	1.3	2.4	1.8	1.4
	Root	77.6	1.3	0.1	18.7	1.5	0.7	1.0	—
KL-cercopoly	Top	85.7	2.8	0.2	7.0	2.0	2.3	1.1	—
	Root	78.8	1.3	0.1	18.0	1.2	0.7	0.9	1.0
Maribo poly	Top	80.7	3.2	0.3	12.9	1.8	2.8	0.4	—
	Root	81.3	1.3	0.1	15.7	0.9	0.8	—	—
US 401	Top	79.0	3.8	0.2	10.8	2.5	3.6	2.8	—
	Root	76.2	2.1	0.1	19.7	1.4	0.6	1.0	5.1

これによつて，品種別養分のはつきりした差異・傾向を見出すことは困難である．

シュウ酸含量　ビートトップが，家畜の飼料につかわれる場合の問題点の一つは，シュウ酸の含量が高いことである．これはカルシウムと結合して，不溶性のシュウ酸カルシウムの結晶になるからである．したがつてビートトップを大量に連用するときは，血色素尿症その他の疾病を誘発するおそれがある．

これらの観点から，ビートのどの部分に，多いかを知る目的をもつてシユウ酸の定量[5,6]を行つた結果は，Table 4 のとおりである．

Table 4. Oxalic Acid Content in Various Parts of Sugar Beets (GW-359).

	Nov. 30, 1959				Jan. 15, 1960				Feb. 4, 1960				
	In a Sugar beet g	Content mg %	Content mg	Rate %	In a Sugar beet g	Content mg %	Content mg	Rate %	In a Sugar beet g	Content mg %	Content mg	Rate %	Moisture
Mesophyll	151	899	1,358	74	177	894	1,583	44	193	1,285	2,481	42	79.0
Midrib	73	58	43	2	90	155	140	4	101	456	459	8	86.7
Petiole	280	15	41	2	404	105	422	12	493	333	1,641	27	85.2
Crown	106	97	103	6	175	122	213	6	181	204	370	6	74.3
Root	231	131	302	16	478	251	1,203	34	426	242	1,030	17	78.7
Total	841	—	1,847	100	1,324	—	3,561	100	1,393	—	5,982	100	—
Average Top	0.253%				0.290%				0.512%				
Average Whole	0.220%				0.275%				0.429%				

この結果よりみると，シユウ酸は葉肉にもつとも多く，含量は890～1,285 *mg* %に至り，冠頸・葉肋には含量も，分布も少ない．しかして菜根部にも，かなり含有されることが知られる．

11月30日，1月15日，2月4日収穫したものについて比較した結果は，ビートトップのシユウ酸含量は，日時の進むにつれて，やや増加する傾向にあるが，さらに材料を追加して検討を要する．

次に品種別にシユウ酸含量を定量した結果は Table 5 のとおりである．

Table 5. Oxalic Acid Content of Sugar Beet Tops.

Variety	Date	Moisture %	Oxalic acid *mg* %	Oxalic acid % (On the dry matter basis)
GW-359	Jan. 27	81.6	510	2.76
KL-AA	〃	80.2	430	2.16
KL-E	〃	80.7	771	3.99
Maribopoly	〃	79.7	447	2.20
Cesena	Feb. 23	75.3	654	2.64
Verna	〃	79.2	830	3.99
Battles	〃	81.4	710	3.82
Polish	〃	76.5	917	3.91
GW-359	〃	—	597	—
Doprovicka	〃	77.0	794	3.45
Pedigree	〃	76.3	711	2.99

これによると同じ時期においても，品種により含量に差があり，KL-E, Verna, Polish 種などは含量が高く，KL-AA, Cesena 種などは低い．暖地に適するのではないかと注目されている GW 359 などは，中庸と認められる．利用上はこれらの点にも注意しなければならない．

カロチン含量　ビートトップ（抽苔期）のカロチン含量を定量[7]した結果は，2.9 *mg* %であつた．またサイレージのカロチン含量を定量した1例では，2.7 *mg* %で，クリプトキサンチンは0.6 *mg* %であつた．

II．ビートトップの飼料価値

実験材料および方法　1959年7月29日播種栽培したビートを，11月24日より，12月31日に至る期間，毎日収穫し Topping し，ビートトップを2頭の雄家兎に1頭当り毎日600gを単味にて給与して，次のように本試験を20間施行した．

予備試験　1959.11.24～12.3
本試験　〃　12.4～12.23
後試験　〃　12.24～12.31

実験結果および考察　その結果は Table 6 のとおりである．

Table 6. Digestibility of Sugar Beet Tops on Rabbits.

		Moisture	Crude protein	Crude fat	N.F.E.	Crude fiber	Crude ash	True protein	Organic matter
Composition of Beet top		87.84	1.83	0.21	7.11	1.04	1.97	1.28	10.19
Rabbit No. 1	Beet top eaten contained (g)	—	219.6	25.2	853.2	124.8	—	153.6	1,222.8
	Faeces (%)	5.3	17.0	8.3	24.9	21.4	23.0	16.6	71.7
	Faeces voided contained (g)	—	24.8	12.1	36.3	31.3	—	24.1	104.5
	Nutrients digested (g)	—	194.8	13.1	816.9	93.5	—	129.5	1,118.3
	Digestibility (%)	—	88.7	52.0	95.7	74.9	—	84.3	91.5
Rabbit No. 2	Beet top eaten contained (g)	—	215.7	24.9	843.2	120.1	—	151.3	1,203.8
	Feaces (%)	5.0	15.5	8.5	23.9	24.8	22.2	14.7	72.8
	Faeces voided contained (g)	—	20.9	11.5	32.2	33.5	—	19.9	98.1
	Nutrients digested (g)	—	191.0	12.8	790.1	86.9	—	128.3	1,081.6
	Digestibility (%)	—	90.3	53.8	96.2	72.1	—	86.9	91.9
Average of digestibility (%)		—	89.5	52.9	96.0	73.5	—	85.6	91.7

この結果より可消化成分および可消化総養分を計算すると Table 7 のとおりである．

Table 7. Digestibility and Total Digestible Nutrients of Sugar Beet Tops. (%)

	Moisture	Crude protein	Crude fat	N.F.E.	Crude fiber	Crude ash	Organic matter	T.D.N.
Composition	87.84	1.83	0.21	7.11	1.04	1.97	10.19	—
Digestibility	—	89.5	52.9	96.0	73.5	—	91.7	
Digestible Nutrients	—	1.64	0.11	6.83	0.77	—	9.34	9.49

この結果によると，消化率が極めて高く，有機物の92％が消化している．可溶無窒素物の消化率はもつとも高く，エーテル浸出物の消化率はもつとも低い．

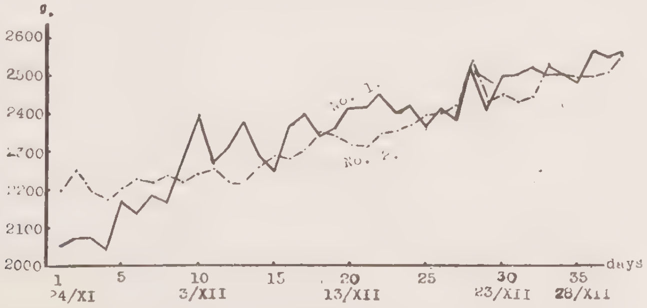


Fig. 1. The change of live weight of the rabbits fed beet tops (600 g. per head daily).

従来メンヨウによつて発表されている結果よりも，やや高い数値を示している．可消化粗蛋白質 1.6 %，可消化養分総量 9.5 %で，乾物に対してはそれぞれ 13.5 %，76.9 %である．もつともこの材料は，収穫適期には未だ到達していないと考えられる若い生育期にあるものと考えられるから，収穫適期に至つたものでは，多少これよりも低くなるかも知れない．

平均体重 2,120 g の家兎が，飼養期間 38 日間に，435 g の体重増加をしたが，その間動物には，異常があるようには見えなかつた．

Ⅲ．ビートトップサイレージの品質ならびに消化率

材料および方法 1959 年 12 月 18 日 2 コのガラス製実験サイロ（直径24.6cm×高さ59.8cm；24.9cm×56.7cm）に，それぞれ 3 cm に細切した材料 25 kg ずつ埋蔵し，著者らの常法により被覆し，おもしをした．一はつめこみ後 43 日，2 は 62 日後に開き，でき上りサイレージを分析し，品質を鑑定し，収量を調査し，さらに 2 頭の雄家兎をもつて消化試験を実施した．

実験結果および考察 低温のため夏期調製のもの[8]に比較して，でき上り熟成に，やや長時間を要することが観察された．埋蔵後 17 日目で安定した固有の色になつた．すなわち醗酵は，完全な低温醗酵であることが観察された．

粗収量・排汁量・でき上り製品の密度などを調査した結査は Table 8 のとおりであつた．

Table 8. Yield and Oozed Juice of Beet Top Silage.

No.	Duration of Ensiling		Moisture content of material	Yield		Oozed juice		Density
				Weight	Volume	Quantity	Rate to the ensiled Quantity	g/cm^3
		days	%	%	%	g	%	
728	Dec. 18, 1959 to Jan. 30, 1960	43	86	73	61	4,058	16.3	1.10
734	Dec. 18, 1959 to Feb. 17, 1960	62	86	71	59	4,534	18.1	1.13

この結果によると，材料の水分が多かつたので排汁量が 16～18 %あり，製品の収量は，埋蔵量に対し，71～73 %で，容積で 60 %であつた．廃棄部は生じなかつた．

次に pH・有機酸の定量[9]・アンモニヤ態窒素[10]の定量などを行い，品質を鑑定した結果は Table 9 のとおりである．

Table 9. Quality of Beet Top Silages.

No.	Layer	Dry matter %	Lactic acid %	Acetic acid %	Butyric acid %	Total %	Total nitrogen %	NH_3-N mg%	$\frac{NH_3\text{-N}}{\text{T.N.}}\times 100$ %	pH	Mark	Colour
728	Middle	22.0	0.56	0.14	0	0.70	0.3479	7.6	2.2	4.15	95	7–17–3
734	Middle	17.0	2.69	0.44	0	3.13	0.3507	16.2	4.1	4.11	100	8–16–4
	Bottom	16.0	2.60	0.50	0	3.10	0.3612	21.2	5.9	4.07	95	7–17–3
	Average	16.5	2.65	0.47	0	3.12	0.3560	18.7	0.5	4.09	98	—

この結果によると，乳酸醗酵がよく行われ，酪酸醗酵が起らず，pH も理想的領域にあり，完全な低温醗酵の行われたことが知られた．

酸含量比率による品質鑑定の結果[11]は，95 点および 100 点で，pH-官能法[12]による鑑定結果では，No. 728 の中層 94 点，No. 734 の中層 97 点，底層 94 点で，前記化学的結果と比較的よく

一致することが知られた（Table 10 参照）.

全窒素に対するアンモニヤ態窒素の比率も5%以下で良質サイレージの条件[13]をよく具備していた.

Table 10. Appraisal by means of pH and Sense.

No.	Layer	Evaluation (Mark)					Total
		pH	Odour	Taste	Colour	Tactile	
728	Middle	60	10	10	9	5	94
734	Middle	60	10	10	9	8	97
734	Bottom	60	10	10	9	5	94

消化試験　2頭の雄家兎をもつて次のように消化試験を行つた.

予備試験　　1960. 1.31～ 2. 7

本 試 験　　1960. 2. 8～ 2.15

後 試 験　　1960. 2.16～ 2.19

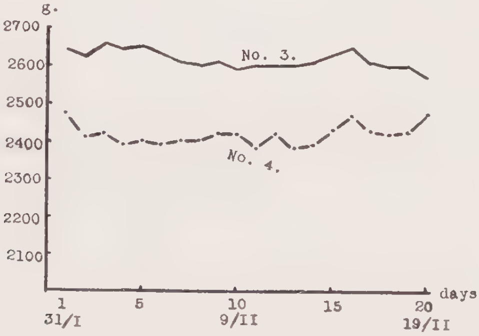


Fig. 2. The change of live weight of the rabbits fed beet top silage (500 *g*. per head daily).

すなわち1日1頭500gずつ単味給与して，常法により調査した結果は Table 11 のとおりである. なお家兎はこのサイレージを嗜食し，体重は維持された.

Table 11. Digestion Experiments of Beet Top Silage on Rabbits.

		Moisture	Crude protein	Crude fat	N.F.E.	Crude fibre	Crude ash	True protein	Organic matter
Composition of beet top silage (%)		86.45	2.01	0.27	7.48	1.51	2.28	1.13	11.27
Rabbit No. 3	Beet top silage eaten contained (g.)	—	80.4	10.8	299.2	60.4	—	45.2	450.8
	Faeces (%)	3.4	20.6	4.7	32.6	17.6	21.1	19.5	75.5
	Faeces voided contained (g.)	—	19.3	4.4	30.5	16.5	—	18.3	70.6
	Nutrients digested (g.)	—	61.1	6.4	268.7	43.9	—	26.9	380.2
	Digestibility (%)	—	76.0	59.6	89.8	72.7	—	59.6	84.4
Rabbit No. 4	Beet top silage eaten contained (g.)	—	80.4	10.8	299.2	60.4	—	45.2	450.8
	Faeces (%)	3.5	20.6	3.2	34.5	18.3	19.8	18.6	76.7
	Faeces voided contained (g.)	—	22.1	3.5	37.0	19.6	—	19.9	82.2
	Nutrients digested (g.)	—	58.3	7.3	262.3	40.8	—	25.3	368.6
	Digestibility (%)	—	72.5	67.8	87.7	67.5	—	56.0	81.8
Average of digestibility (%)		—	74.3	63.7	88.7	70.1	—	57.8	83.1

Table 11 より可消化成分ならびに可消化総養分量などを計算すれば，Table 12 のとおりになる．

Table 12. Digestible Nutrient and Total Digestible Nutrients of the Beet Top Silage (%).

	Moisture	Crude protein	Crude fat	N.F.E.	Crude fibre	Crude ash	True protein	Organic matter	T.D.N.
Composition	86.45	2.01	0.27	7.48	1.51	2.28	1.13	11.27	—
Digestibility	—	74.3	63.7	88.7	70.1	—	57.8	83.1	—
Digestible nutrients	—	1.49	0.17	6.64	1.06		0.65	9.36	9.57

この結果によると，ビートトップサイレージの有機物の消化率は83％である．エーテ浸出物の消化率は64％で，他の成分の消化率に比較して低い．この関係は生の場合と同様である．しかして全体的に，生の場合に比して，サイレージに調製するときは，消化率が少しく低くなるようである．これらの傾向は，従来メンヨウなどで，行われた試験結果と同様である．また総体的に家兎の消化率は，メンヨウのそれよりも高いように思われる．

乾物に対する可消化粗蛋白質は11.0％，養分総量は70.6％である．

シユウ酸含量　でき上りサイレージのシユウ酸含量を定量[5,6]し，かつ埋蔵中に減少した量を示すと Table 13 のとおりである．

Table 13. Oxalic Acid Content and the Decrease during the Storage.

No.	Beet tops	Moisture	Oxalic acid	Decrease during the storage	Average
	Fresh	85.4%	451.3mg%	—%	—
928	Silage	85.8	401.1	35	31
734	Silage	86.7	455.3	28	

すなわち埋蔵中におけるシユウ酸の消長をみるに，つめこみ量に対し，約30％が，排汁その他の原因で減ずることが知られる．

埋蔵中の養分の損失，埋蔵中の各養分の損失を分析結果より計算した結果は Table 14 のとおりである．

Table 14. Losses of Nutrients during the Storage (%).

No.		Dry matter	Crude protein	Crude fat	N.F.E.	Crude fibre	Crude ash	True protein	Organic matter
728	Beet top silage (1)	24	32	24	27	−6	21	40	24
734	Beet top silage (2)	31	33	2	36	3	22	55	32
	Average	27	33	13	31	−2	21	45	27

この結果によると，乾物ならびに有機物の損失は27％で，粗蛋白質・可溶無窒素物の損失は30％を越えたが，材料の水分含量が多く，排汁が比較的多かつたためと思われる．

Table 15. Chemical Composition of Oozed Juice from Sugar Beet Top Silage.

No.	Weight of Oozed juice	Rate to the ensiled quantity	Specific gravity	pH	Moisture	Dry matter	Crude ash	Organic matter	Total N	Crude protein
728	4,088g	16.3%	1,043	4.56	92.38%	7.62%	2.01%	5.62%	0.1802%	1.13%
734	4,534	18.1	1,037	4.54	93.26	6.74	1.50	5.24	0.1756	1.10
Average		17.2	1,040	4.55	92.82	7.18	1.76	5.43	0.1779	1.12

排汁の成分は Table 15 のとおりで，それから排汁による養分の損失を計算すると，Table 16 のとおりである．

Table 16.　Losses of Nutrients in Oozed Juice.

	No.	Dry matter	Organic matter	Ash	N	Crude protein
Losses (g.)	728	311.7	229.6	82.1	7.39	46.0
	734	305.7	237.5	68.2	7.96	49.8
Rate of Losses (%)	728	9.1	8.0	15.4	8.3	8.3
	734	9.0	8.3	12.7	9.0	9.0
	Average	9.1	8.2	14.0	8.7	8.7

この結果によると，排汁による，乾物の損失割合は，埋蔵量に対し 9.1 %で，窒素はほぼ乾物の損失に近く，8.7 %である．

Ⅳ. 総　　　括

暖地栽培ビートの成分ならびに飼料価値について実験を行つた．その結果を要約すれば，次のとおりである．

(1)　ビートトップの組成は採取時期によつて余り大きい差はないようである．葉身の粗蛋白質含量は 20 %を越えてマメ科植物に匹敵する．

(2)　ビートの 14 品種について，菜根とトップとにわかつて一般分析を行つたが (Table 3)，品種による，はつきりした成分の差は認められなかつた．

(3)　葉の部分のシユウ酸含量は 894～1285 mg %で，中肋・茎・冠頸・菜根の諸部に比較して著しく高かつた．ビートトップのシユウ酸含量は 0.25～0.51 %であつた．

品種別では KL-E，Verna，Polish 種などが含量が高く KL-AA，Cesena 種は低かつた．乾物に対し 3.99～2.16 %であつた．

(4)　抽苔期のビートトップのカロチン含量は 2.9 mg %であつた．

(5)　ビートトップの家兎による消化率は極めてよく，有機物・粗蛋白質の消化率がそれぞれ 91.7 %および 89.5 %であつた．乾物含量 12.2 %で，可消化粗蛋白質 1.64，可消化総養分 9.5 %あつた．

(6)　ビートトップを無添加で埋蔵した．粗収量は埋蔵量に対し 72 %，排汁量は 17 %であつた．でき上つたサイレージは良質で，家畜の嗜好に適した．その品質は pH 4.09，乳酸 2.65 %，酢酸 0.47 %，酪酸 0 %，全窒素に対するアンモニヤ態窒素の比率は 5 %であつた．

(7)　ビートトップサイレージのカロチン含量は 2.7 mg %であつた．

(8)　ビートトップサイレージのシユウ酸含量は 0.43 %であつた．埋蔵全量に対し約 30 %減じた．

(9)　ビートトップサイレージの家兎による有機物・粗蛋白質の消化率はそれぞれ 83.1，74.3 %であつた．乾物に対し，D.C.P. 11.0 %，T.D.N. 70.6 %であつた．

(10)　埋蔵中の乾物の損失は 27 %であつた．排汁の成分が分析され，それによる損失は乾物 9 %であつた．

本研究を施行するに当り，貴重な研究材料 Sugar beets を提供された本学部作物学第1研究室の竹上静夫博士，笹井一男氏に深い感謝の意をあらわす．また実験上多大の協力をされた本谷幸夫君に感謝する．なお本

研究の一部は昭和35年（1960）4月7日の日本畜産学会大会の席上で講演した.

文　　献

1）大原久友ら（1955〜1959）：帯広畜産大学学術研究報告，**2**（1），43〜57；**2**（2），115〜121；**2**（4），365〜388；**I**，45〜62.

2）三田村健太郎（1959）：甜菜，179〜192.

3）中広義雄ら（1959）：香川大農学術報告，**11**，38〜45.

4）岡山県酪農試験場（1960）：ビートトップサイレージの給与に関する試験成績.

5）東大農化（1954）：実験農芸化学（下），476.

6）西村修一ら（1959）：畜産の研究，**13**（7），906.

7）永原太郎，岩尾裕之（1955）：食品分析法，171〜177.

8）須藤　浩，内田仙二，小牧敏郎（1960）：岡山大学農学部学術報告，**16**，60〜63.

9）Flieg, O. (1937) : Biedermanns Ztb. B. Tierernährung, **9** (2), 178〜183.

10）東大農化（1952）：実験農芸化学，106〜108.

11）Flieg, O. (1952) : Mitt. d. Verb. Deutscher Landw. Unters. u. Forschungsanstalten, s. 12.

12）須藤　浩（1960）：サイレージの調製と利用法，131.

13）Lind, C. (1953) : Proc. 13th Intern. Dairy Congr., **2**, 47.

干拓地土壌に関する研究

（第17報） 伊勢湾台風による冠潮塩害地土壌について

米　田　茂　男

Studies on Polder Soils in Japan.
XVII. Nature of Salted Soil Formed by Flooding of Sea Water at the Typhoon "Isewan".

Shigeo YONEDA

This study was conducted to determine some characteristics of salted soil formed by flooding of sea water at the typhoon "Isewan", occurred on Sept. 26, 1959, with special reference to the effect of salinity and sulfide on growth of rice plant. A survey was carried out on May 1960, on Mie Prefecture and soil samples were collected and investigated.

By this survey and investigation, the following points were made clear :

1. A considerable difference in chloride content and electric conductivity was found among soil samples. It was observed that, in general, the surface soil before leaching contained a large amount of soluble salt but most of surface soil in which the leaching was accomplished showed a marked reduction of salinity, with less than 4 millimhos/cm electric conductivity.

2. The texture of sea-mud deposits was very fine, containing more than 30% of silt and 10% of clay, and an appreciable amount of H_2S was produced when incubated in water-logged condition.

3. Most of the soil of this region had the common characteristic of halogenetic soil, containing relatively large amounts of exchangeable mono-valent cations and magnesium.

4. Some of the salted soil contained appreciable amounts of oxidizable sulfur and the pH values of the soil became extremely acid after oxidation with H_2O_2.

5. A considerable difference in content of H_2S and readily soluble and HCl soluble sulfide was found among these samples of soil.

The experiments have indicated that an addition of rice-straw to salted soil in water-logged condition enhanced the rate of formation of H_2S and sulfides in soil greatly.

緒　　言

昭和34年9月26日夜半，近畿，東海地方を中心として来襲した伊勢湾台風（台風第15号）は三重，愛知，岐阜の3県下において各所に甚大な被害を与え，とくに木曽，長良，揖斐3川の合流して伊勢湾に流入する附近の穀倉地帯，鍋田，城南の両干拓地においては堤防の決潰によって海水が浸入し，かつかなり永く滞水したため農作物に著しい被害を生じる一方，土壌それ自体も変化を生じた.

伊勢湾台風による高潮は気象庁の調査[4]によると1900年以後の記録では最高のものであつたという．すなわち台風時の潮の高さは桑名で450 cmで，昭和28年の13号台風の397 cmに比

べて約50 cm も高く，そのため各所で堤防が決潰し，報告[5]によると被害耕地面積は第1表に示すごとく77,067ヘクタールで，とくに木曽川下流地域の3,500ヘクタールは2～4カ月間も海水に浸漬したという．

筆者は塩成土壌の研究の一環として昭和35年5月に，三重県下の伊勢湾台風による災害地の土壌調査を行い，海水の長期浸水に基く塩害地土壌の実態を究明した．本研究ではとくに水稲の塩害と関連して土壌の含塩度及び硫化物の生成，集積に重点をおいて実験を進めた．

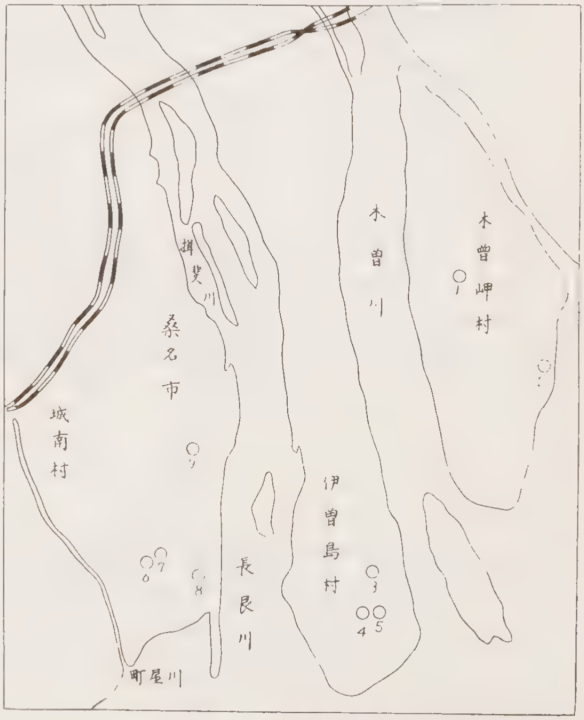
第1表．伊勢湾台風被害耕地面積（ヘクタール）

区　　分	田	畑	計
流失埋没	1,612	203	1,815
土砂流入	1,473	278	1,751
水　　没	3,500	—	3,500
冠　　水	15,252	1,847	17,099
浸　　水	6,014	2,170	8,184
倒　　伏	28,935	14	28,949
風　　害	1,220	14,522	15,742
そ の 他	—	27	27
計	58,006	19,061	77,067

I．調　査　成　績

1．概　況

木調査においては能う限り除塩前の，浸水時の自然状態を保つている地点を選んで試坑を行い，各層位から試料を採取した．かかる地点はほとんど例外なく地表3～5 cm の厚さに，洪水による流入堆積物たる遊泥が密に堆積し，その下部には数年前に土地改良工事で行われたサンドポンプによる客土層が，又その下部に旧表土がみられた．かつ遊泥層とその直下に多少の差はあれ硫化物の集積が認められた．なお堤防決潰口附近では土壌の状態も著しく変化し，柴田[5]の報ずるごとくその背部に海水によつて搬入された，粗砂を主とする砂丘を生じる一方，決潰口から離れるに従つて砂丘も次第に低くなると同時に砂の粒径も小さくなり，最後には遊泥となつて全耕地を覆つていた．又調査当時は大部分の水田は既に除塩も進み，苗の移植の直後であつたが一部には排水溝の決潰や埋没のため除塩も進まず，田植前の耕地も散在していた．



第1図．試坑地点図

2．土壌型及び試坑地点の概況

試坑地点の位置は第1図に示すとおりで，又各地点の土壌断面の特徴と土壌型は第2表に示すとおりである．参考として各地点の概況を第3表に一括して表示した．

第2表．土壌型および土壌断面の特徴

試坑番号	土壌番号	地点名	厚さ (cm)	土性	土色	土壌型	層位の特徴
1	1—1	木曽岬村	0—3	FSL	暗黄褐灰	灰色土壌	洪水による流入堆積物，遊泥層
	2		3～	S	淡黄緑灰	砂土型	サンドポンプによる客入土，砂層
2	2—1	木曽岬村	0—5	FSL	暗黄褐灰	グライ土壌	洪水による流入堆積物，遊泥層，硫化物多し
	2		5—31	S	淡黄緑灰	砂土型	サンドポンプによる客入土，砂層，黒味をおびる
	3		31～	SL	濁青緑		旧表土，黒味をおび密である
3	3—1	長島町	0—15	FSL	暗黄褐灰	グライ土壌	耕耘により遊泥と下層土の混合層，硫化物多し
	2	松蔭	15～	S	淡黄緑灰	砂土型	濁青緑の斑紋が半ばを占める
4	4—1	長島町	0—20	FSL	濁青緑	強グライ土	耕耘により遊泥と下層土の混合層
	2	松蔭	20～	S	淡黄緑灰	壌，砂土型	やゝ青味をおび濁青緑の斑紋が半ばを占める
5	5—1	長島町	0—12	S	濁青緑	強グライ土	サンドポンプにより流入した砂層
	2	松蔭	12—32	S	淡黄緑灰	壌，砂土型	堤防決潰時に流入した砂層，稲根は黒変枯死
	3		32～	S	濁青緑		旧表土
6	6A	桑名市	0—15	SL	濁青緑	グライ土壌	表面2～3mmは褐色，以下硫化物で黒味をおびる
	6B	大貝須	0—15	S	濁青緑	砂土型	表面より硫化物で黒味をおびる
7	7A	桑名市	0—15	L	淡黄緑灰	グライ土壌	青灰色の斑紋が半ばを占める
	7B	大貝須	0—15	L	濁青緑	壌土型	未分解の稲藁を混じる
8	8—1	桑名市	0—10	L	淡黄緑灰	グライ土壌	遊泥を主とし，部分的に青灰色の斑紋をみる
	2	大平町	10～	L	濁青緑	壌土型	硫化物に富む
9	9—1	桑名市	0—4	L	濁青緑	グライ土壌	洪水による流入堆積物，遊泥，黒味をおびる
	2	地蔵	4—32	SC	淡黄緑灰	粘土型	サンドポンプによる客入土，部分的に黒斑をみる
	3		32～	LC	濁青緑		旧表土，黒味をおびる

第3表．試坑地点の概況

試坑番号	概況
1	クリーク埋立地，排水良好で除塩も進み，雑草が繁茂する．周囲の水田の苗の生育も順調で，畑作に若干塩害徴候を認める程度．
2	除塩前の耕地，1～7cmの厚さに硫化物が集積する．浸水期間は約4カ月．
3	除塩前の半湛水の耕地，排水溝埋没のため除塩が遅れた．苗代における苗の生育は良好，浸水期間は約2カ月．（写真1，2）
4	農業試験場の試験田，半湛水，潮遊び埋没のため除塩は不能．移植した苗は塩害により先端部から枯死．
5	No. 4の隣接地で災害の最激甚地区，50年以上を経た水田．浸水期間は約2カ月．
6	6Aは除塩が不十分であつたため苗の生育が不良であつた苗代の表土．6Bは十分に除塩を行つて苗の生育も良好であつた苗代の表土．苗取後に硫化物を生成して黒変した，浸水期間は約50日．
7	農業試験場の試験地，7Bは生藁をアール当り150kgの割で混入した試験区の表土，硫化物の生成著しい．7Aは対照区で生藁無添加の表土，浸水期間は約50日．
8	干拓地の水田，強排水が可能で除塩も進み，田植後暫時塩害徴候を生じた．浸水期間は約40日（写真3，4）
9	除塩前の半湛水の耕地，稲の残渣が埋没して残る．昭和27～8年にサンドポンプによる客土を行つた．浸水期間は約70日．

Ⅱ．分析成績並びに考察

1．地下水の組成

地下水の組成は第4表に示すとおりで，反応はすべて微ないし弱アルカリ性を示した．次に含塩度をみるに，No. 1 及び No. 3 を除く他の試料は未だ高度の含塩量を示し，かつ構成塩類としては塩化物が主体をなし，硫酸塩も少量ながら存在した．

湧水面は 30 cm 以内で概して高く，排水不良地では半湛水状態を呈した．

第4表．地　下　水　の　組　成

試坑番号	pH	Cl　%	SO_3　%	電気伝導度 millimhos/cm	地下水位 cm
1	7.90	0.035	0.015	1.86	20
2	7.73	0.469	0.058	15.90	30
3	8.42	0.042	Tr	1.84	30
4	8.43	0.333	0.037	14.87	半 湛 水
5	8.62	0.826	0.047	26.30	22
9 *	7.75	0.427	0.044	14.87	半 湛 水

* 隣接地の地下水

2．土壌の組成並びに考察

(1) 反応及び含塩度

全試料の反応及び含塩度を示せば第5表のとおりである．

風乾土の pH 価は大部分の試料が pH 6～7.5 の範囲にあり，旧表土である 2－3 試料が pH

第5表．土　壌　の　反　応　お　よ　び　含　塩　度

土壌番号	深　さ cm	pH (H_2O)	Cl %	電気伝導度 millimhos/cm	飽和容水量 %
1－1	0－3	6.12	0.007	1.91	48.5
2	3～	6.37	0.007	0.95	29.7
2－1	0－5	5.90	0.252	16.62	71.5
2	5－31	6.90	0.097	9.91	24.5
3	31～	5.48	0.215	15.87	31.8
3－1	0－15	6.70	0.141	8.81	70.3
2	15～	6.15	0.052	3.13	30.6
4－1	0－20	7.11	0.100	10.58	30.1
2	20～	6.27	0.026	3.14	28.5
5－1	0－12	6.79	0.200	17.43	31.3
2	12－32	6.89	0.215	17.01	30.2
3	32～	6.88	0.523	30.22	34.7
6　A	0－15	6.20	0.015	1.98	39.7
6　B	0－15	5.91	0.007	1.13	24.9
7　A	0－15	7.21	0.007	1.58	34.8
7　B	0－15	6.73	0.015	3.61	42.8
8－1	0－10	7.20	0.037	3.17	41.7
2	10～	7.28	0.056	7.05	23.4
9－1	0－4	7.36	0.141	10.75	37.0
2	4－32	7.20	0.074	6.10	48.0
3	32～	6.61	0.167	9.92	69.5

5.48の酸性反応を示す以外は大差は認められなかつた．

Cl 含量は0.007〜0.523％の範囲を，又飽和浸出液の電気伝導度は0.95〜30.22 millimhos/cm の範囲にあつて試料間に大差がみられたが，Cl 含量の多少と伝導度の大小との間には正の相関々係がみられ，含有塩類の主体が地下水の場合と同様に塩化物よりなることが判つた．しかして除塩後の耕地においては表土に関する限りは含塩度は低く，何れもが生育安全限界である4 millimhos/cm 以下の値を示したのに対して除塩前の耕地においては既に約半年を経過せるにかかわらず No.1 試料を除く他の第1層はいずれもかなり高度の含塩度を示し，伝導度も生育危険限界値である8 millimhos/cm 以上の値を示した．

(2) **機械的組成**

代表試料の各層位別の機械的組成を示せば第6表のとおりである．

洪水による流入堆積物たる遊泥試料 (2—1，8—1，9—1) はいずれも微砂含量が多く，約30％以上を示し，粘土も10％以上で近似した組成の細微土であつた．しかしてこの種の土性の土壌の共通性として地表にきわめて緻密な皮殻を形成し，通気，透水性は低下し，除塩を遅らせる一方湛水下では異常還元の発達を助長するから，予め耕起して下層土との混合を計る一方十分に乾燥させる必要がある．筆者[6]も干拓初期の Na 粘土の多量を含む土壌は，乾燥と湿潤の反覆によつて土壌の物理性，とくに透水性が著しく向上することを知つた．

サンドポンプによる客土層の3試料 (2—2，4—2，9—2) の土性をみるに，前2試料は砂土であつたが9—2試料は Sandy clay で，場所によつて土性は一定しなかつたが，多くは砂土よりなることを知つた．

第6表．土壌の機械的組成および窒素含量

土壌番号	機械的組成％ 粗砂 2〜0.2mm	細砂 0.2〜0.02mm	微砂 0.02〜0.002mm	粘土 <0.002mm	土性	全窒素 %	乾土効果 NH_3-N mg/100g
2—1	5.93	49.02	30.85	14.20	Fine sandy loam	0.21	—
2	64.51	29.05	3.23	3.21	Loamy coarse sand	0.01	1.88
3	58.98	6.96	26.61	7.45	Coarse sandy loam	0.11	5.10
4—1	9.38	74.21	10.50	5.91	Fine sandy loam	0.01	3.20
2	32.55	56.28	7.96	3.21	Loamy fine sand	0.08	2.28
8—1	24.23	36.88	28.40	10.49	Loam	0.08	4.83
2	23.51	27.93	33.71	14.85	Loam	0.10	—
9—1	3.30	51.72	31.86	13.12	Loam	0.13	6.44
2	8.15	49.41	16.21	26.23	Sandy clay	0.09	—
3	23.06	28.48	19.63	28.83	Light clay	0.20	5.90

(3) **置換容量及び置換性塩基**

代表試料につき N-酢酸アンモニア浸出法で定量した塩基置換容量と置換性塩基を示せば第7表のとおりである．なお1価カチオンは炎光分光分析法により，又2価カチオンは EDTA 滴定法で分離定量した．

置換容量は 4.36〜18.99 me/100g の範囲にあり，土性によつて大差がみられたが，遊泥試料はいずれも 10 me/100g 以上の値を示した．

次に N-酢酸アンモニア可溶性塩基の含量をみるに，試料によつては塩基含量が置換容[illegible]駕する結果を示した．その理由は，KELLEY[1] の報ずるごとく塩類土中には石灰及び苦[illegible]塩や珪酸塩が存在するためと考えられ，STAIKOFF[2] も塩類土中の置換性 Mg の定量に[illegible]

上の沈澱に注意を要すると報じている．従つてかかる試料では置換性2価カチオンに加えて酢酸アンモニア可溶性塩基との合量を定量することになるので，筆者も KELLEY 法に準じて置換容量から置換性1価カチオンの合量を差引いた値を以て置換性2価カチオンの合量として示した．かかる試料の pH 価はすべて7以上を示すことから塩基飽和度を100としての計算値である．

置換性塩基の組成は試料によつて必ずしも一定した傾向を示さなかつたが，一般的にいつて置換性1価カチオンの含有率及び置換性 Mg の含有率は正常土に比べてかなり高い値を示し，試料によつては置換性 Mg が Ca を凌駕する場合もあり，海水の影響下にある塩成土壌の共通的特徴を示した．かつ pH 6 以下の2試料を除くと塩基飽和度は79％以上の高い値を示す一方，加水酸度は Y_1 として3.2以下の低い値を示した．

第7表．土　壌　の　置　換　性　塩　基

土壌番号	置換容量 me/100g	N-酢酸アンモニア可溶性塩基 me/100g					置換性塩基（当量%）				塩基飽和度	加水酸度 Y_1	pH (H_2O)
		Ca	Mg	Na	K	計	Ca	Mg	Na	K			
2 — 1	18.99	3.03	4.66	4.13	1.53	13.35	16.0	24.5	21.7	8.1	70.3	7.4	5.90
2	4.36	1.17	1.09	1.05	0.38	3.69	26.8	25.0	24.1	8.7	84.6	0	6.90
3	8.39	1.39	1.69	2.87	0.57	6.52	16.6	20.1	34.2	6.8	77.7	12.6	5.48
4 — 1	7.28	3.08	2.51	1.65	0.52	7.76	(70.2)		22.7	7.1	(100)	0.4	7.11
2	5.16	2.49	0.90	0.55	0.13	4.07	48.3	17.4	10.7	2.5	78.9	2.5	6.27
8 — 1	10.22	5.15	2.71	1.27	0.49	9.62	50.4	26.5	12.4	4.8	94.1	2.1	7.20
2	11.07	4.90	3.96	1.90	0.70	11.46	(76.5)		17.2	6.3	(100)	2.5	7.28
9 — 1	12.33	7.92	3.16	2.16	0.75	13.99	(76.4)		17.5	6.1	(100)	0	7.36
2	11,19	5.00	3.66	2.31	0.75	11.72	(72.7)		20.6	6.7	(100)	3.2	7.20
3	13.29	6.95	2.67	1.77	0.59	11.98	52.3	20.1	13.3	4.4	90.1	3.0	6.61

(4) 窒　素

代表試料の全窒素及び乾土効果の定量値は第6表のとおりで，遊泥試料の全窒素含量はやや多い傾向がみられたが，乾土効果には明らかな特徴はみられなかつた．しかして柴田[5]は遊泥試料中には窒素含量が多く，乾土効果の異常に大きい場合の少なくないことを報じている．

Ⅲ．湛水土の硫化物及び酸化性硫黄と反応の変化

一般的にいつて湾内及び河口附近の海底土中にはかなりの量の酸化性硫黄，とくに硫化物が集積する場合が多く，かつ海水浸入地の耕土中には海水に由来する硫酸塩が存在するため，堤防決潰による塩害地の水田は硫化水素の生成に基く水稲根の生理障害を発生し易い環境にあり，又落水後の好気的状態においては土壌が強酸性に転ずる危険も予想される．よつて筆者は採取直後の新鮮土を湛水状態に保ち，30°C の定温器中で40日間 incubation を行つた試料を用いて硫化水素及び硫化物の生成状態，酸化性硫黄の含量，更には土壌反応の変化を究明した．

1．分析方法

湛水下で incubation を行つた土壌中に含まれる酸化性硫黄の含量と本試料を畑状態にした場[illegible]の土壌反応の変化を判定する方法として，本実験では既報[7]の H_2O_2 処理法を採用した．

[illegible]湛水土中の硫化水素及び硫化物を次記のごとく分別定量した．すなわち硫化水素は湛水土[illegible]50°C に保ちつつ窒素ガスを通気し，発生する H_2S を酢酸亜鉛液で捕集した後沃素滴定[illegible]た．別に湛水土試料に窒素ガスを通気しつつ pH 2 緩衝液を加え，50°C に加温した

場合に発生する H_2S を前記と同様に定量して H_2S，水溶性及び易分解性硫化物の合量を定量し，又同じく湛水土試料に窒素ガスを通気しつつ塩酸を加えて加熱，煮沸して発生する H_2S を前記と同様に定量して主として硫化鉄（FeS）の生成量を求めた．

2．実験成績並びに考察

(1) 土壌の反応及び水溶性 SO_3 の変化

土壌の湛水処理及び H_2O_2 処理に伴う反応と水溶性 SO_3 の変化は第8表のとおりである．

まず反応の変化をみるに，湛水土の pH 価は6.70～7.57の範囲を示し，その大部分の試料において第5表に示した風乾土のpH価に比べて大なり小なりアルカリ性に傾いた．

次に H_2O_2 処理土の反応をみるに，pH 4.10～6.83 の範囲を示し，すべてが湛水土の反応に比べて酸性に変じた．ただしその程度は試料によつて大差があり，一定の傾向は認められなかつたが，これは土壌中の酸化性硫黄の含量に差のあることを示している．しかして pH 4 附近の強酸性土壌も数点存在することは，当地区においても酸化性硫黄の行動に基く土壌の酸性化に注意する必要のあることを示している．現に鍋田干拓地の調査成績[8] も pH 4.9 以下の試料が実に67％に達し，pH 3.9 以下の試料も46％を占めることを報じている．

滴定酸度は第9表に示すごとく0～247の範囲にあつて試料間差異は著るしいが，この値の大小は土壌の反応に加えて粘土含量の多少によつても左右されるようである．

次に水溶性 SO_3 の変化をみるに，湛水土の水溶性 SO_3 含量は何れの試料においても風乾土のそれに比べて減少し，湛水下においては硫酸塩が不溶性硫化物に変化することを示唆している．H_2O_2 処理土の水溶性 SO_3 の含量は0.046～1.349％の範囲を示し，各試料ともに風乾土のそれに比べても明らかに増加したが，試料によつて増加量に大差を生じた．しかして H_2O_2 処理土の反応が pH 6 以下を示す土壌においては水溶性 SO_3 の含量は0.4％以上を，又滴定酸度も1点を除き77以上の価を示した．これに対して pH 6 以上の試料においては SO_3 は0.21％以下で，滴定酸度も29以下の価を示し，両グループ間で明らかな相異がみられた．

湛水土の Eh_6 は 0.173～0.294 Volt の範囲にあり，試料間で大差はみられなかつた．

第8表．反応および水溶性硫酸の変化

土壌番号	pH		水溶性 SO_3 ％			Eh_6
	湛水土	H_2O_2-処理土	風乾土	湛水土	H_2O_2-処理土	
2—1	7.12	4.13	0.225	0.015	1.349	0.173
2	7.48	6.83	0.015	0.005	0.148	0.294
3—1	6.96	5.05	0.065	0.012	0.408	0.174
4—1	7.57	4.85	0.065	0.008	0.412	0.245
2	6.70	6.56	0.009	0.004	0.063	0.193
7 A	7.21	6.30	Tr	Tr	0.046	0.169
7 B	7.24	6.28	0.069	0.010	0.131	0.183
8—1	7.32	6.47	0.029	0.008	0.114	0.173
2	7.23	4.10	0.041	0.033	0.813	0.209
9—1	7.30	6.21	0.054	0.005	0.211	0.197
3	7.00	5.32	0.069	0.032	0.483	0.197

(2) H_2S，易溶性及び熱塩酸可溶硫化物

湛水処理によつて生成した H_2S，硫化物及び酸化性硫黄の値は第9表に示すとおりである．

湛水土中の遊離の H_2S，水溶性硫化物を含む易溶性硫化物及び FeS を主とする熱塩酸可溶硫

第9表. 硫　化　物　及　び　酸　化　性　硫　黄

土壌番号	硫化水素および硫化物 S mg/100g			滴定酸度 N/10 NaOH ml/100g	活性酸化性 S mg/100g	易酸化性 S mg/100g
	H_2S-S	pH2 可溶-S	HCl 可溶-S			
2—1	0.44	2.51	126.73	247.0	396	534
2	0.20	2.91	12.49	0	0	57
3—1	0.08	0.59	14.61	77.1	124	159
4—1	0.18	0.30	8.89	27.2	44	162
2	0.13	0.81	5.83	10.8	17	24
7 A	0.16	0.16	3.92	9.9	16	18
7 B	0.27	0.63	16.87	28.8	46	48
8—1	0.39	0.50	3.51	7.2	12	42
2	0.05	0.13	3.85	109.6	176	312
9—1	0.49	0.77	18.60	11.5	18	83
3	0.39	3.14	91.11	108.1	173	181

化物の含量はそれぞれ100g当りのSmgとして0.05～0.49mg，0.13～3.14mg及び3.51～126.73mgの範囲を示し，試料によつてかなりの差を生じたが，全試料ともに遊離のH_2Sを含有することは根の生理障害と関連して注目に価する．かつ2−1，9—3両試料のごとく3形態の硫化物含量が何れも他の試料に比べて明らかに多い場合もあつたが試料によつては各硫化物の相対的含量は必ずしも一定の傾向を示さなかつた．

(3)　活性及び易酸化性硫黄

活性酸化性Sは100g当り0～396mgの，又易酸化性Sは18～534mgの範囲を示し，ともに試料によつて大差を生じたが，両者の量的関係は必ずしも一定の傾向を示さなかつた．これは既報[7]のごとく土壌中の酸化性Sの含量と易溶性塩基の含量の相対量の差に由来するためで，土壌中にかなりの量の易酸化性Sが存在する場合でも易溶性塩基が多量に含有されている場合はH_2O_2処理土の反応は中性に近い値を示し，かくて滴定酸度，従つて活性酸化性Sはきわめて低い値を示す結果となる．

(4)　考　察

H_2O_2処理土のpH価が6以下の土壌と6以上の土壌間の各硫化物含量を比較するに，H_2S，易溶性及び熱塩酸可溶硫化物については両グループ間で一定の傾向を示さなかつたのに対して活性及び易酸化性Sの含量については明らかな相違を生じた．すなわちpH 6以下の土壌では活性酸化性Sは1点を除き他は100g当り120mg以上の値を，又易酸化性Sはすべてが約160mg以上の値を示したのに対して，pH 6以上の試料では活性酸化性Sは46mg以下を，又易酸化性Sは約80mg以下の値を示した．従つて畑状態においての土壌の酸性化に対しては主として二硫化鉄（FeS_2）と遊離の硫黄が関与するものと推定される．

洪水による流入堆積物である遊泥試料（2—1，8—1，9—1）は何れも遊離のH_2Sの生成量が他の試料に比べてやや多い傾向を示したが，その他の硫化物及び酸化性Sの含量については一定の傾向は認められなかつた．

次に三重県農業試験場の塩害対策試験地に設けられた稲藁混入区（7B）と対照区（7A）の両区の硫化物含量を比較するに，H_2S，易溶性及び熱塩酸可溶硫化物の含量は何れも稲藁混入区が対照区に比べて明らかに多く，又活性及び易酸化性Sの含量も混入区は対照区の約3倍近い値を示した．このことは稲藁混入により硫化水素の発生量が増加する一方，FeS及びFeS_2も次第に生成，集積することを意味し，土壌管理の上から十分に考慮すべき問題と考えられる．

IV. 要　　結

塩成土壌の研究の一環として三重県下の，伊勢湾台風による冠潮塩害地土壌の調査，研究を行い次の結果をえた．まず塩害地土壌の組成をみるに，

1)　土壌の塩素含量及び電気伝導度の値は試料間で大差がみられたが，除塩前の表土は生育危険限界以上の含塩度を示したのに対して除塩後の耕地では，表土に関する限りは生育安全限界内の含塩度を示した．

2)　洪水による流入堆積物である遊泥試料は，微砂が約30％以上を，又粘土が10％以上を示し，組成の近似した細微土であつた．かつ遊離の H_2S 含量がやや多い傾向を示した．

3)　置換性塩基として1価カチオン及び置換性 Mg の含有率が正常土に比べてかなり高く，塩成土壌の共通的特徴を示した．かつ塩基飽和度も土壌の反応が中性に近い試料では70％以上の高い値を示した．

4)　湧水面は多くが30 cm以内で概して高く，一部の地下水を除くと高度の含塩度を示した．

次に代表試料を湛水下に incubate した後，硫化物の量並びに質と反応の変化を究明し，次の諸点を明らかにした．

5)　湛水土の pH 価は風乾土に比べてややアルカリ性に傾いたが，H_2O_2 処理土の反応は明らかに酸性に傾き，pH 4 附近の強酸性に変じた試料も存在した．

6)　H_2S，易溶性及び熱塩酸可溶硫化物を定量した結果，試料によつてかなりの差を生じたが，すべて少量ながら H_2S を含有することが判つた．

7)　H_2O_2 処理土の反応が pH 6 以下と pH 6 以上の試料を比較するに，H_2S，易溶性及び熱塩酸可溶硫化物の含量には両グループ間で一定の傾向を生じなかつたが，活性及び易酸化性Sの含量には明らかな差異を生じ，何れも pH 6 以下の試料が顕著に多いことが判つた．

8)　稲稾混入区は対照区に比べて各形態の硫化物ともに明らかに増加する結果を示した．

引　用　文　献

1）Kelley, W.P. (1934)：Jour. Agr. Sci., **24**; 72.

2）Staikoff, Z. (1940)：Bodenkunde Pflanzenernäh., **21/22**; 581.

3）名古屋大学農学部土壌学教室 (1958)：鍋田地区土壌調査報告書，1～88.

4）仰木，坂口，中野，樫山，岩川，藍野，日塔 (1961)：林業試験場研究報告，**127**; 1～60.

5）柴田 (1960)：中部土壌肥料研究会講演要旨，**8**; 15～33.

6）米田，河内 (1958)：土肥誌，**29**; 399～402.

7）米田 (1961)：岡大農学術報告，**17**; 39～46.

写　真　の　説　明

写真1．長島町松蔭，排水溝埋没のため除塩排水が不能．

写真2．長島町松蔭，苗代における苗の生育は良好．

写真3．桑名市大平町，城南干拓地の被害状況．

写真4．桑名市大平町，城南干拓地の被害状況．

写真5．木曾岬村，井水灌漑用ポンプ室，井戸の深さは約200 mで1つで約10ヘクタールを灌漑できる．

写真6．木曾岬村上和泉，約2カ月間浸水した．排水不良で田面水と排水溝の水位はほぼ同じ．田植直後．

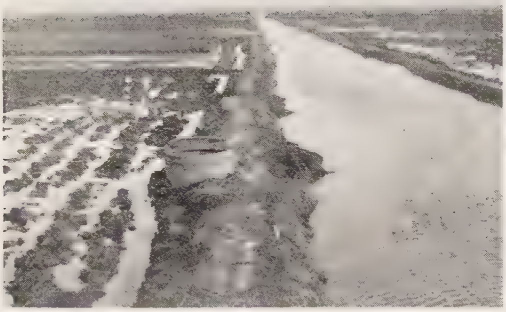


写真　1

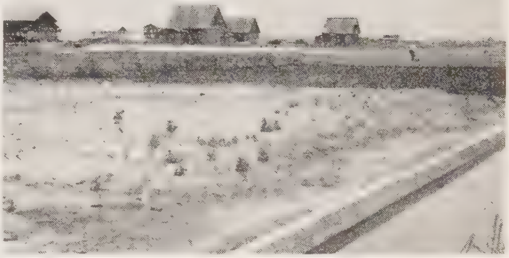


写真　4

写真　2

写真　5

写真　3

写真　6

不飽和脂肪族化合物の水酸化について

（第1報） 高級不飽和アルコールの水酸化物

篠崎侑一・大原幸子*

On the Hydroxylation of Unsaturated Aliphatic Compounds.
I. On the Hydroxylated Compounds of the Higher Unsaturated Fatty Alcohols.

Yuichi SHINOZAKI and Sachiko OHARA

In the present paper the hydroxylation of ethylen linkage of unsaturated fatty alcohol by the peracid oxidation (using glacial acetic acid and 30 % hydrogen peroxide) was carried out, and threo-9, 10-Dihydroxyoctadecan-1-ol (m.p. 92°C, yield : 72%), erythro-9, 10-Dihydroxyoctadecan-1-ol (m.p. 131.5°C, yield : 82 %) and erythro-13, 14-Dihydroxydocosan-1-ol (m.p. 131°C, yield : 65 %) were obtained from oleyl alcohol, elaidyl alcohol and brassidyl alcohol respectively.

過酢酸酸化による不飽和高級アルコール又はそのエステル類のエチレン結合位における水酸化は予報にて既述した[1]ように水酸化物量産の目的に対して好適な方法である．しかしこのようにして合成される poly-ol の性状に関しては利用上未詳の部分が多く，第1報において先ずオレイルアルコール，エライジルアルコール，ブラシジルアルコールからそれぞれ threo-9, 10-Dihydroxyoctadecan-1-ol, erythro-9, 10-Dihydroxyoctadecan-1-ol, erythro-13, 14-Dihydroxydocosan-1-ol を合成した実験結果を報告する．

不飽和高級アルコール類の調製にはすべて Bouveault et Blanc 法の P. A. Levene による改良法[2),3)] に基づき適宜に条件を改めて行つた．

実　験　の　部

I. threo-9, 10-Dihydroxyoctadecan-1-ol について

(1) 9-Octadecen-1-ol（オレイルアルコール）の調製

市販オリーブ油 (n_D^{23} 1.4683, I.V. 80.1, S.V. 196.3) 600 g を N/2 KOH エタノール溶液 800 ml と共に30分間 17～19°C にて攪拌した後（全液は透明となる）稀塩酸で中和し，温水にて充分洗浄して可溶部を取り去り，常法に従い脱水，乾燥を行い 485.5 g の混合脂肪酸エチルエステルを得た．これを減圧分留し 0.2～1 mm/Hg にて 195～200°C の留分** (I.V. 79.9, S.V. 180.0；オレイン酸エチルとしての計算値 I.V. 81.8, S.V. 180.8) 198.6 g を採つてオレイルアルコールを合成した．

内容 500 ml 三つ口丸底フラスコに温度計，攪拌棒，冷却器をとりつけ，これにキシレン 240

*岡山大学医学部癌源研究所

**赤外線吸収スペクトルをみると 970 cm^{-1} には全く吸収がみとめられず cis 型である．

ml を容れ，金属ナトリウムの細片 13.3 g を加え，パラフィン浴中で加熱攪拌してナトリウムを充分分散させながらこれに上記オレイン酸エチル 30 g，メチルイソブチルカルビノール 19.8 g，キシレン 60 ml の混合液を滴下し，105～110°C で1時間加熱攪拌を続け，メチルイソブチルカルビノール 6.6 g を追加して更に 90 分間加熱攪拌して反応を完結せしめた後，水蒸気蒸留を行つて溶剤と還元用アルコールを留去し，直ちに温水で3回洗浄し，少量のメタノールを加えてエーテル抽出を行い，常法に従い水洗，脱水，乾燥，エーテルを留去して粗アルコール* 17.4 g を得た．同様の実験を重ねて得た粗オレイルアルコール 35 g を採り減圧分留により純オレイルアルコールに相当する 173～183°C/1.5 mm/Hg の留分 (I.V. 91.25, OH.V. 198.9, A.V. 0.0；計算値 I.V. 94.7, OH.V. 209.0) 23.2 g を得た．

(2)　オレイルアルコールの水酸化

気密攪拌器，温度計，冷却器をとりつけた内容 100 ml 三つ口丸底フラスコに上述のオレイルアルコール 5 g，氷酢酸 30 g，30 %過酸化水素水 10 g，メタ燐酸 0.5 g を加え，パラフィン浴で 104°C に加熱しながら1時間かきまぜ反応さした．反応物は一夜放置の後分液ロートに移し，多量の蒸留水を加え，エーテル－アルコール (2：1) で抽出し，3回水洗の後，100 ml の N-KOH メタノール溶液を加え1時間ケン化した．180 ml の蒸留水を加え 200 ml のエーテルで抽出し，水層を更に 100 ml のエーテルで2回抽出してエーテル溶液を全部合せ，アルカリ性の消失するまで水洗，芒硝で脱水，乾燥，エーテルを留去して粗反応物 3.6 g (収率 72 %) を得，酢酸エチルから再結して m.p. 83.2°C, OH.V. 555.0, ($C_{18}H_{36}O_3$ としての計算値 556.48) の物質を 3.1 g 得た．これを常法に従つて等量の 3,5-ジニトロベンゾイルクロライドと共にベンゼンに溶かし，数滴のピリジンを添加して10分間還流加熱した後エーテル抽出し，5 %炭酸ソーダ液つづいて水で洗浄，エーテル留去の後，メタノールから再結して m.p. 92°C の $C_{18}H_{36}O_3$-ジニトロベンゾエートを取得した．

II．erythro-9, 10-Dihydroxyoctadecan-1-ol について

(1)　エライジルアルコールの調製

I 項にて述べたようにして純粋に調製したオレイン酸を Holde の方法[3] に従い，倍量の 30 %硝酸と 35°C 附近で攪拌しながら粉末亜硝酸カリウムを少量ずつ添加してゆくと急に固化し始めた．これにエーテルを加えて，生成したエライジン酸を溶解し，エーテル溶液は充分水洗してから脱水，乾燥し，5°C 以下に冷却して生ずる沈降物を分離した．母液は溶剤を留去して再び新しいオレイン酸を加えてエライジン化を繰り返した．かくして得られたエライジン化物はアルコールから再結すると m.p. 43～43.7°C を示し，これにつき赤外線吸収スペクトルを測定すると 965～970cm^{-1} に極めて鋭い吸収が認められた．その 40 g を採り，8 g H_2SO_4 を加えたエタノール 250 ml を加え，12時間還流加熱した後エタノール液を半量まで濃縮し，蒸留水を加え液体抽出器により生成物をエーテルで抽出した．エーテル層を水洗，乾燥の後エーテルを留去して次の性状を示す粗エライジン酸エチル 38.4 g が得られた．

S.V. 182.4, I.V. 78.6 ($C_{20}H_{38}O_2$ としての計算値；S.V. 180.6, I.V. 81.75)

このエライジン酸エチル 20 g を採り，前述した (1) と全く同様の条件下で Bouveault et Blanc の還元反応を行つた．粗収量は 16.3 g (81.4 %) であつた．減圧分留により精製したも

*赤外線吸収スペクトルをみると，970 cm^{-1} に trans 型二重結合の吸収がみられ，還元操作中の一部の異性化がうかがわれる．

の（11 g）は次の性状を示した：m.p. 34.5°C，I.V. 90.1，OH.V. 197.2（$C_{18}H_{36}O$ としての計算値：I.V. 94.7，OH.V. 209.0）．赤外線吸収スペクトルをみると 970 cm^{-1} に鋭い吸収があり trans 型であることは明瞭である．

(2) エライジルアルコールの水酸化

上述のエライジルアルコール 5 g をとり，氷酢酸 30 g，30％過酸化水素水 10 g，メタ燐酸 0.5 g と共に三つ口丸底フラスコで 104°C で一時間加熱攪拌した．反応後一夜放置して多量の蒸留水を加えエーテル抽出を行い，抽出物は3回水洗い後 100 ml の N-KOH メタノール溶液でケン化し，倍量の蒸留水を加えエーテル抽出を行つた．充分水洗の後脱水，エーテルを留去すると 4.1 g（収率82％）の粗反応物が得られ，これを20倍量の酢酸エチルから再結すると次の性状を示す9.10ジオキシステアリルアルコールが得られた．

m.p. 131.5°C，OH.V. 555.0（$C_{18}H_{36}O_3$ としての計算値 556.48）

元素分析結果；C％ 71.55，H％ 12.64（$C_{18}H_{38}O_3$ としての計算値；C％ 71.50，H％ 12.60）

III. erythro-13, 14-Dihydroxydocosan-1-ol について

(1) ブラシジルアルコールの調製

なたね油のエタノリシスを行つて得たなたね油混合脂肪酸エチルエステルを減圧分留に附し，205～220°C/1～2 mm Hg の留分（n_D^{20} 1.4549～1.4556，I.V. 71.2～72.6）を集め，更に尿素附加物法により純化して，I.V. 71.6，S.V. 157.2，n_D^{20} 1.4552（$C_{22}H_{41}O_2.C_2H_5$ としての計算値；I.V. 69.24，S.V. 155.76）を示すエステルを得て，これから常法に従つて遊離のエルシン酸（m.p. 35°C，N.V. 165.2）を調製した．次に Holde の方法に従つて，このエルシン酸 50 g に 30％硝酸 200 ml を加えてよく攪拌しながら 30～35°C において粉末亜硝酸ソーダ 5 g を少しずつ添加すると急に全液が固化した．これに熱水を加え，浮上した油層をエーテルに振りとり，充分水洗の後冷却してエライジン化物の結晶を析出せしめ，ロ別，メタノールから再結して m.p. 60°C のブラシジン酸 33.5 g を得た（収率67％）．

このブラシジン酸 30 g を採り，濃硫酸 9 g を加えたエタノール 300 ml と共に14時間還流加熱してエステル化を行つた．反応後水を加えて粗エステルのエーテル抽出を行い，稀アルカリ液で中和した後充分水洗してブラシジン酸エチル 29.9 g を得た（I.V. 66.2 g，S.V. 159.5）．

次に内容 500 ml の三つ口丸底フラスコにトルエン 27 ml と細片にした金属ナトリウム 9.5 g を入れ，100°C に保ちながらはげしく攪拌して金属ナトリウムを溶融分散させ，これに 24.5 g の上述ブラシジン酸エチルを 20 ml のイソブタノールに溶かしたものを速かに加え，更に 67 ml のイソブタノールを追加し，100～103°C で10分間反応させた．反応後内容物から水蒸気蒸留によつて溶剤を除去し，熱水で洗浄の後液体抽出器を用いて反応物のエーテル抽出を行い，抽出物からエーテルを去つた乾固物からブラシジルアルコールを酢酸エチルにて抽出した．収量 18.9 g（76.4％）．m.p. 51.5°C，I.V. 73.2，Ac.V. 153.13（$C_{22}H_{44}O$ としての計算値；I.V. 78.2，Ac.V. 153.05），3.5-ジニトロベンエートの m.p. 67.5°C（エタノールより再結）．赤外線吸収スペクトルをみると 965 cm^{-1} に強い吸収が認められ，trans 型であることは明瞭である．

(2) ブラシジルアルコールの水酸化

上述のブラシジルアルアルコール 5 g を採り，これに氷酢酸 30 g，30％過酸化水素水 10 g，メタ燐酸 0.5 g を添加して，105°C にて1時間攪拌反応させた．一夜放置の後水を加え，結晶

物を完全に析出せしめ，吸引ロ過した後3回水洗し，100 ml の N-KOH メタノール溶液を加えて充分ケン化した．ケン化物に略等量の水を加え，液体抽出器を用いてエーテル抽出を行い，エーテル液から析出した沈澱をアルカリ性のなくなるまで水洗すれば，m.p. 128°C を示す結晶が 3.25 g 得られた．これを酢酸エチルおよびジオキサンより再結を行うと m.p. 130.5°C，OH.V. 456，元素分析値；C % 73.72，H % 12.97 ($C_{22}H_{46}O_3$ としての計算値；C % 73.68，H % 12.93) なる性状を示す erythro-13, 14-Dihydroxydocosan-1-ol が得られた．これを常法に従いジオキサン中で 3,5-ジニトロベンゾイルクロライドと反応させると m.p. 123°C (エタノールより再結) を示す 3.5-ジニトロベンゾエートの結晶が得られた．

以上の実験における赤外線吸収スペクトルの測定には島津 AR—275 型自記赤外分光光度計 (Nacl プリズム) を使用し，KBr 錠剤法又は薄層として測定した．

要　　約

Bouveault et Blanc 法によりオレイン酸エチル，エライジン酸エチル，ブラシジン酸エチルを還元し，オレイルアルコール (収率 58 %)，エライジルアルコール (収率 81.4 %)，ブラシジルアルコール (収率 76.4 %) を調製し，これらについて Dorèe 法によつて過酢酸酸化を行い，それぞれから，

threo-9, 10-Dihydroxyoctadecan-1-ol (収率 72 %，m.p. 92°C)，
erythro-9, 10-Dihydroxyoctadecan-1-ol (収率 82 %，m.p. 131.5°C)，
erythro-13, 14-Dihydroxydocosan-1-ol (収率 65 %，m.p. 131.0°C)
を得た．

文　　献

1) 大原，篠崎 (1959)：岡山大学農学部学術報告，**14**；53〜56．
2) P.A. Levene and C.H. Allen (1947)：Helv. Chim. Acta，**30**；1741．
3) 村上，湯川 (1955)：続人名有機人応集，293頁．

本研究遂行に当り，当学部岩佐順吉助教授より多大な御助力を賜り，茲に深謝の意を表する．

不飽和脂肪族化合物の水酸化について

（第2報） 液体エステル蠟の水酸化について

篠崎侑一・大原幸子*

On the Hydroxylation of Unsaturated Aliphatic Compounds.

II. On the Hydroxylation of Oleyloleates.

Yuichi SHINOZAKI and Sachiko OHARA

In this paper the hydroxylation of the synthetic oleyl oleate (cis-9-octadecenoyl-cis-9-octadecenoate) and the oleyl oleate in sperm oil was reported.

And the hydroxylation by the peracetic acid oxidation (according to the Doree's method) was carried out, and tetrahydroxystearyl stearate (m.p. 132.5°C) was obtained as the normal hydroxylation product of oleyl oleates. But the main product was the less hydroxy compound (corresponding to Di- or Tri-hydroxy).

本報においては不飽和高級脂肪アルコールの不飽和高級脂肪酸エステルのようなエステル結合を夾んで両側にエチレン結合を有している直鎖化合物が過酢酸酸化のような可成り強い酸化をうけて水酸化される際の挙動について行つた実験結果を報告する．

この実験結果から適当な条件下ではオレイルオレエートのような液体エステル蠟も容易に水酸化しうることを知り，類型の抹香鯨皮油のような不飽和エステル蠟類の水酸化による利用の可能性と限界を確認した．なお，本実験における水酸化の条件は石井義郎氏[1]らの採つたものより激しいものに改めた．

I．抹香鯨皮油の水酸化

1) 水酸化の反応時間と生成物の性状

抹香鯨皮油 (S.V. 107.9, I.V. 76.1) 300g を常法に従つて脱酸した後ハイフロ・スーパーセルを通過させて夾雑物を除き透明な油を得，更にこれを 1.5mmHg の減圧分溜に附して 280−284°C の留分 (I.V. 82.7, S.V. 110) 25.3g を得た．

この 100g を攪拌器，温度計，冷却器を附けた三つ口丸底フラスコ（1L）に採り，これに氷酢酸 400ml，30%過酸化水素水 200ml，メタリン酸 10g を加えグリセリン浴で加熱すると反応温度 (約 90°C) に達して4分間後には強く発泡して 109°C に急騰した．水冷によつて 102°C に冷却せしめ，以後グリセリン浴の温度を 89—91°C に保つた．

所定の反応時間 (5，15，30，60，120，240 分) に達したとき反応液の一部をとり出し，夫々につき直ちに10倍量の水を加えて反応をとめ，エーテルにて振りとりエーテル層を常法により水洗，乾燥，エーテルを留去すると粘稠な水酸化油が得られた．これら夫々の性状は第1表のようであつて15分間反応したものが最も OH.V. が高く粘稠であつた．以下反応時間が長くなるにつれ分解が進み，却つて水酸基が消失する結果となつた．又水酸化油の特徴の一つである粘性も次第に減少した．

*岡山大学医学部癌源研究所

第1表. 抹香鯨皮油水酸化物の性状

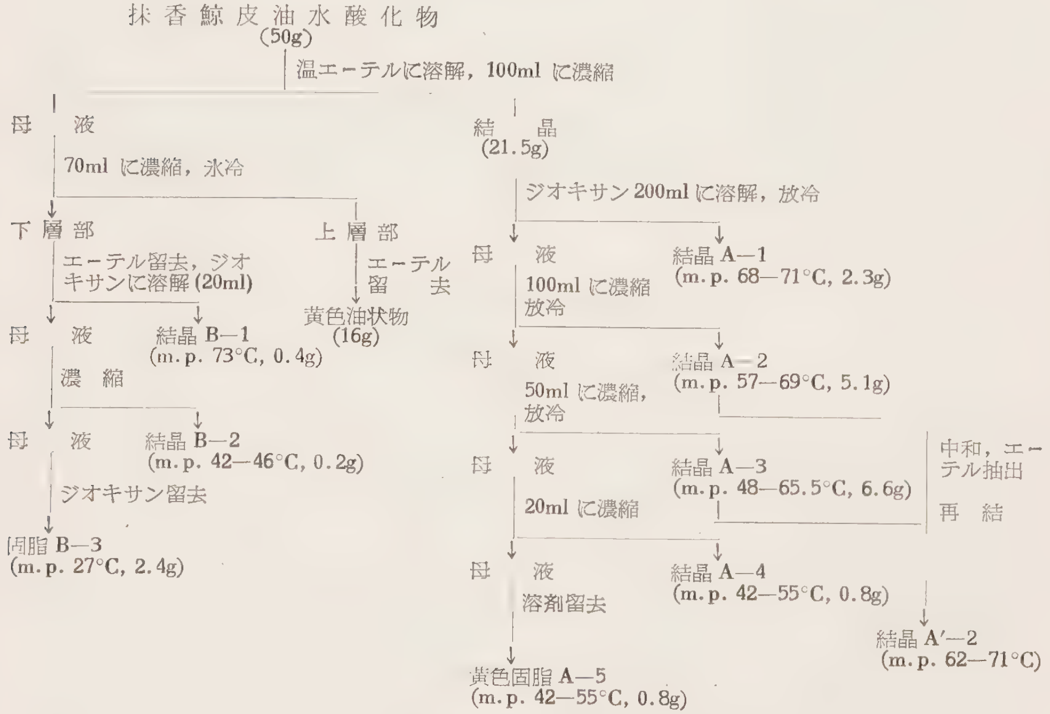
反応時間 (分)	A.V.	S.V.	I.V.	OH.V.	比粘度 対原油, 40°C
0	0	110.5	82.7	0	1.0
5	12.1	161.2	21.8	154.5	2.7
15	24.8	179.9	16.9	171.8	2.9
30	28.5	188.5	13.2	155.6	3.8
60	41.3	208.3	10.6	143.4	—
120	64.6	232.4	8.8	130.8	2.2
240	88.8	259.0	7.7	120.6	1.3

2) 水酸化物の化学組成の検索

別に抹香鯨皮油 100g を採り前実験同様に 15 分間 (101—103°C) 加熱攪拌して反応を行つた後そのまま1夜放置し，これを N/2 NaOH 液でほぼ中和し，液体抽出器を用いてエーテル抽出を行い，抽出物につき水洗，乾燥，エーテルを留去すると粗水酸化油 91.4g が得られた．

この物質 50g をとり温エーテルにとかし以下第2表に示すような分別を行つた．

第2表. 抹香鯨皮油水酸化物の分別



結晶 A—1，A—2，A—3 につき性状を比較すれば第3表のようになつた．

A—2，A—3 は可成り酸価が高いので N/2 NaOH メタノール液で中和の後混合してエーテル抽出すると 8.2g のエーテル抽出物が得られ，これをジオキサンで再結すると次の性状を示す結晶 (A′—2) 3.75g が得られた：m.p, 62—71°C，A.V. 0，S.V. 104.5，I.V. 0，OH.V. 231，P.V. 172.7.

A′—2 の m.p. は可成り不明瞭であつて S.V. において A—1 と明らかに差異がみとめら

第3表. 抹香鯨皮油水酸化物から分別された結晶の性状

結晶	A.V.	S.V.	I.V.	OH.V.	P.V.
A—1	0	83.1	0	207.0	16.4
A—2	11.7	128.3	0	229.0	—
A—3	27.3	153.5	0	224.8	200.8
計算値					
$C_{36}H_{72}O_4$=		98.6		197.2	
$C_{36}H_{72}O_5$=		95.9		287.7	

れ，又 OH.V. においては A—1 がジヒドロオキシステアリルステアレートの値に近いのに対し，A′—2 はジヒドロオキシステアリルステアレートとトリヒドロオキシステアリルステアレートとの中間の値に相当した．同様の事実は次に示す元素分析結果においてもよく表われている．

元素分析結果

試料	C %	H %
A—1	76.17	12.64
A′—2	74.75	12.46
$C_{36}H_{72}O_4$ として	75.99	12.76
$C_{36}H_{72}O_5$ として	73.92	12.41
$C_{36}H_{72}O_6$ として	71.95	12.08

又 A—1 に比べて著しく過酸化物価が高い事実は分子内もしくは分子間において -O・O- 結合が存在すると推察される．

なおこの物質を無水酢酸—ピリジン法でアセチル化し過剰の酢酸を N/2 KOH エタノール溶液で中和した際析出した結晶物（収率約 10 %）をロ別しエタノールから再結を行うと m.p. 53—54°C の板状結晶物が得られた．この結晶物の赤外線吸収スペクトルを検べると 1730 cm^{-1} にエステル基の深い鋭い吸収がみとめられたが 1020—1030 cm^{-1} においてアセチル基に当る吸収がなく，ステアリルステアレートに該当することが判明した（第1図 No. 1 参照）．

又 A—2 および A—3 から分離した酸性物質について赤外線吸収スペクトルを測ると，-OH 基，-COOH 基，エステル結合等が共に存在していることがみとめられる（第1図 No. 2 参照）．

これは恐らく反応途中に生じた部分分解物であろうと推察される．

次に抹香鯨皮油水酸化物のエーテル可溶部についても第2表に示すように処理して結晶 B—1，B—2 および淡褐色固脂 B—3 を得たが収量が僅少で検索が充分できなかつた．しかしこれらの物質が酸性物質であり，融点より考察すれば未反応物質や分解生成物であろうことは充分推考される．

II. オレイルオレエートの水酸化

前実験においてオレイルオレエートが主成分とされている抹香鯨皮油につき水酸化を行つてみたが予期した“dihydroxyoctadecyldihydroxyoctadecanoate が得られなかつたので，本実験では純粋の cis-9-octadecenoyl-cis-9-octadecenoate について水酸化実験を行うことにした．

1)　オレイルオレエートの合成

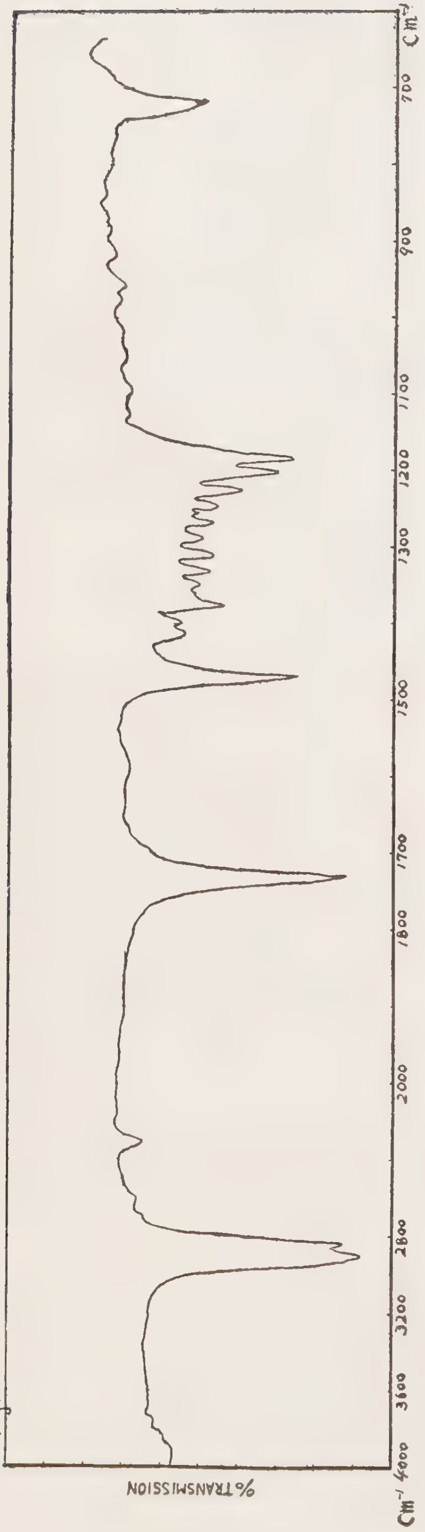


Fig. 1 - No.1

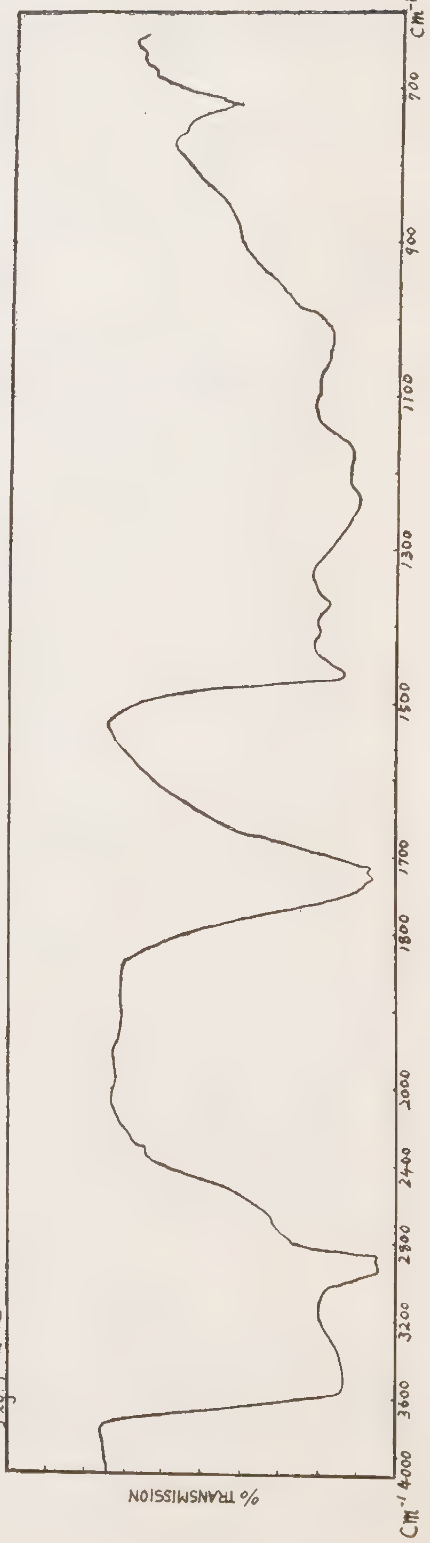


Fig. 1 - No.2

原料オレイン酸：　市販オリーブ油（性状第1報参照）250 g を濃硫酸 30 ml を加えたメタノール 1000 ml と共に12時間還流加熱し反応終了後これに水を加えて生成エステルを成層分離させ，10％ KOH 液で中和した後充分水洗を重ね，粗オレイン酸メチルを 244.9 g 得た．これを減圧分溜に附し，1.5—2 mmHg にて 185—192°C の留分（I.V. 85.2，S.V. 189.0；$C_{18}H_{33}O_2CH_3$ としての計算値：I.V. 85.8，S.V. 189.4）178.4 g を得た．

この純オレイン酸メチルに当る留分を常法に従い N-KOH メタノール液でケン化した後希塩酸で酸性化し水洗を経て遊離オレイン酸（57.9 g）にした．（$n_D^{20}=1.4589$，$D_4^{20}=0.899$，965—970cm^{-1} において全く吸収をみとめなかつた）

原料オレイルアルコール：市販オレイルアルコール（I.V. 84.0，OH.V. 180.9）100 g を N-KOH メタノール溶液で2時間ケン化後同量の水を加え，エーテルにて抽出し，水層部を更に2回エーテル抽出を行つて得たエーテル層を全部合せ水洗，乾燥，エーテル留去を行い粗オレイルアルコールを得た．更にこれを尿素附加法により第4表のように分別を行つて I.V. 94.7，OH.V. 213.2（オレイルアルコールとしての計算値：I.V. 94.53，OH.V. 209）の性状を示すオレイルアルコール 31 g を調製した．このオレイルアルコールは 965—970 cm^{-1} に全く吸収がみとめられない．この点第1報において述べた純オレイン酸エチルの還元によつて調製したオレイルアルコールには還元中に生成した cis-trans 異性化物の存在がみとめられる．

第4表．尿素附加物の分別

粗オレイルアルコール
(I.V. 84, 100g)
　↓ 200g 尿素，900ml メタノール 室温にて3日放置

母液 ｜ 結晶 P_1 (I.V. 53.8, 14.5g)
　↓ 120g 尿素，−5°C，24時間

母液 ｜ 結晶 P_2 (I.V. 86, 32g)
　↓ 100g 尿素，−5°C，2日

母液 (I.V. 120.5, 11.5g) ｜ 結晶 P_3 (I.V. 94.7, 31g)

オレイルオレエートの合成：前述の純オレイン酸 15 g を 300 ml 丸底フラスコにとり塩化チオニル 10 g を滴下し，やや減圧下に少時放置した後加温（40°C）しながら未反応の塩化チオニルを去つて 15 ml のクロロホルムにとかし，これに前記オレイルアルコール 10 g を 10 ml のクロロホルムに溶解したものを加え再び減圧下にて徐々に溶剤を去りながら反応を完結せしめた．反応物はエーテル抽出の後10％炭酸ソーダ液で微アルカリ性になるまで中和を行い，少量のメタノールを併用して水洗し乾燥，エーテル留去により黄色油状物 18 g を得た（I.V. 94.6，S.V. 107.1）．なお別に内容 500 ml の丸底フラスコに純オレイン酸 12 g，前記と同一のオレイルアルコール 10 g を 300 ml の石油ベンジン（b.p. 60—90°C）と共に容れ 40—50°C にて厳密に乾燥した塩酸ガスを通じてエステル化を行つた．5時間処理の後塩酸ガスを通じながら油浴（120°C）上で溶剤を減圧留去しエーテルを加え5％炭酸ソーダ水溶液および水で洗浄し乾燥，エーテル留去により黄色油状物 16.6 g を得た（I.V. 91，S.V. 112.2）．以上二法により得られた粗エステルを合せて減圧分溜に附した．1.5—1.8 mmHg にて 275—298°C の留分（S.V. 106.6，I.V. 93.0；計算値：S.V. 105.3，I.V. 95.25）94.6 g を得た．

2)　オレイルオレエートの水酸化

内容 200 ml の三つ口丸底フラスコに上記オレイルオレエート 10 g，氷酢酸 60 ml，メタ燐酸 1 g をとりパラフイン浴にて加熱しながら 30 % 過酸化水素水 25 g を滴下し 102—105°C で 15 分間攪拌した後 1 夜室温にて放置し，これに倍量の水を加えエーテル抽出を行い抽出物は 5 %炭酸ソーダ水溶液 100 ml で洗浄した後約 35°C の微温水で充分水洗した．この際エーテル層と水層の界面に結晶の析出がみられ，ロ別すると m. p. 118—121°C の白色結晶 C—1 が 0.4 g 得られた．以下第 5 表に示すような順序にて分別を行つた．

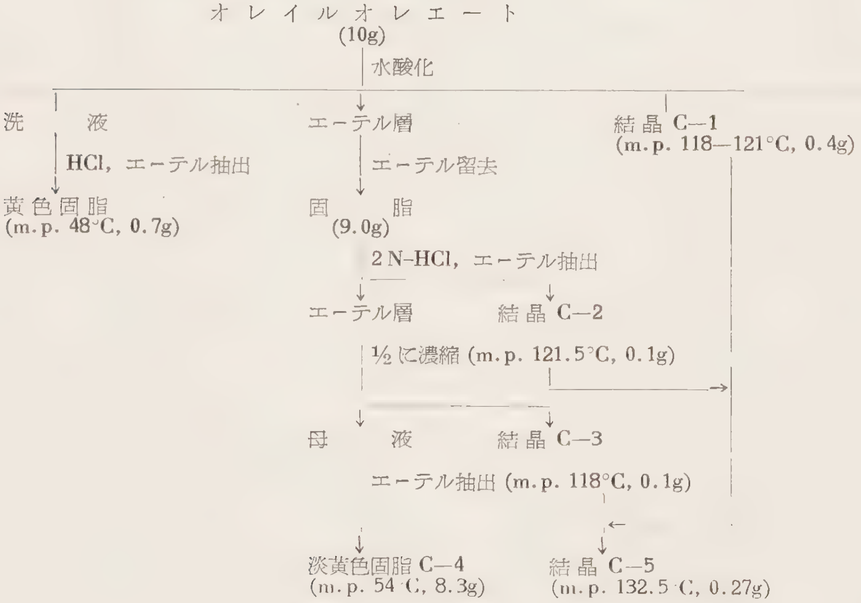
第 5 表に示す C—1，C—2，C—3 を合せてジオキサン 5 ml で再結すると m.p. 131—132.5°C の結晶 0.27 g (C—5) が得られた．結晶を去つたエーテル液からエーテルを留去すると淡黄色固脂 (C—4，m.p. 54°C) 8.3 g が得られた．

C—5 につき元素分析を行うと次のようになり "tetrahydroxystearylstearate" とよく一致した．

元素分析：

分析値	C %	71.91	H %	12.05
計算値 ($C_{36}H_{72}O_6$ として)	C %	71.95	H %	12.08

第5表．オレイルオレエートの分別



C—4 は次のような性状と元素分析値を示した．

A.V. 5.0，S.V. 109.2，OH.V. 213.3，P.V. 647.5 ($C_{36}H_{70}O_2$ $(OH)^2$ として S.V. 98.6，OH.V. 197.2)

元素分析値：

分析値	C %	71.40	H %	11.55
計算値 ($C_{36}H_{72}O_4$ として)	C %	75.99	H %	12.76

即ち OH.V. において "dihydroxystearyl stearate" に相当する値に近いが元素分析値は可成り O_2 が多いこととなり，しかも P.V. からみて水酸化の過程において可成り多くの -O・O- 結合の生成が考えられる．

要　　約

1．純オレイン酸と純オレイルアルコールを調製しこれらからオレイルオレエート（cis-9-octadecenoyl-cis-9-octadecenoate）を合成し更に過酢酸法により水酸化を行い，m.p. 132.5 °C の tetrahydroxystearylstearate が得られた．

2．天然産の抹香鯨皮油について水酸化を行つたところ“dihydroxystearyl stearate”に近い分析値を示す物質が得られたが m.p. も明瞭でなく，その内に stearyl stearate が混在していることを確認した．

3．この抹香鯨皮油は水酸化の場合，合成オレイルオレエートと全く同一条件下で反応を行つたにかかわらず発泡が著しく又生成物に tetraoxy-化合物がみつからなかつた．

4．何れの場合にも水酸化と共に二重結合位において異性化が起つたり，過酸化物が生成し，開裂も起り低分子化合物の副成することが充分うかがわれる．

本研究に当り小野素四郎君の実験に負うところが多く，又実験に当り名古屋大学工学部手島英夫氏から懇篤な御助言を賜り，倫岩佐順吉氏，小林朋氏よりも多大な助力を賜つた．茲にこれらの諸氏に深謝の意を表わす．

文　　献

1）石井義郎等（1940）：工化，**43**，600，603，712，837，841；（1941）**44**，507；（1943）**46**，772，776；（1944）**47**，682，894．

学術報告編集委員

米田茂男
須藤浩
井口透
志茂山貞二

岡山大学農学部学術報告 第18号

昭和36年9月10日印刷
昭和36年9月15日発行

編輯兼発行者 岡山市津島
岡山大学農学部

印刷所 岡山市上伊福190の1
岡山県農協印刷株式会社